



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 54 621 A1** 2005.06.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 54 621.9**

(22) Anmeldetag: **22.11.2003**

(43) Offenlegungstag: **23.06.2005**

(51) Int Cl.⁷: **F01C 3/02**

(66) Innere Priorität:
203 12 163.5 02.08.2003

(71) Anmelder:
**Sauer, Christian, 21339 Lüneburg, DE; Gellersen,
Heinz, 21376 Garlstorf, DE**

(74) Vertreter:
Vonnemann, Kloiber & Kollegen, 20099 Hamburg

(72) Erfinder:
Sauer, Wolf-Rüdiger, 21339 Lüneburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

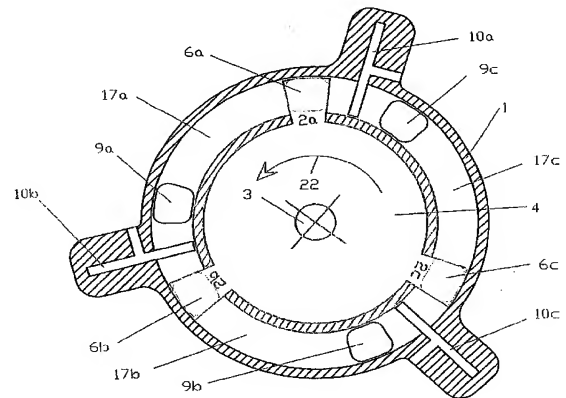
DE 11 55 286 B
DE 43 19 896 A1
DE 14 01 980 A
FR 8 64 566
US 29 44 533
US 22 73 625
US 18 36 469

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kolbenmaschine**

(57) Zusammenfassung: Eine Kolbenmaschine zur Verwendung als Pumpe, Kompressor oder Wärmekraftmaschine, insbesondere Verbrennungsmotor, mit einem in einem Kolbenraum (17) eines Maschinengehäuses beweglich angeordneten Arbeitskolben (2), und mit verschließbaren Ansaugöffnungen (6) und Auslassöffnungen (9) für ein Arbeitsfluid wird erfindungsgemäß dadurch verbessert, dass das Maschinengehäuse ein Kolbenraumgehäuse (1) umfasst, welches einen im Wesentlichen torusförmigen Kolbenraum (17) umschließt, dass im Kolbenraum (17) zumindest ein Kolben (2) kreisförmig umlaufend bewegbar ist und dass das Kolbenraumgehäuse (1) mit Trennventilen (10) zum periodischen Abtrennen von Kolbenraumsegmenten (17a, 17b, 17c) versehen ist, wobei die Trennventile (10) mit der Kolbenbewegung synchronisiert sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine zur Verwendung als Pumpe, Kompressor oder Wärmekraftmaschine, insbesondere Verbrennungsmotor, mit einem in einem Kolbenraum eines Maschinengehäuses beweglich angeordneten Arbeitskolben, und mit verschließbaren Ansaug- und Auslassöffnungen für ein Arbeitsfluid.

Stand der Technik

[0002] Bekannte Kolbenmaschinen arbeiten überwiegend mit hin- und her laufenden Kolben, wodurch bei hohen Drehzahlen große Beschleunigungskräfte und relativ starke Vibrationen auftreten.

Aufgabenstellung

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kolbenmaschine der eingangs genannten Art anzugeben, bei der die auf den Kolben wirkenden Beschleunigungskräfte besser beherrschbar sind als beim Stand der Technik.

[0004] Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, dass das Maschinengehäuse ein Kolbenraumgehäuse umfasst, welches einen im wesentlichen torusförmigen Kolbenraum umschließt, dass im Kolbenraum zumindest ein Kolben kreisförmig umlaufend bewegbar ist und dass das Kolbengehäuse mit Trennventilen zum periodischen Abtrennen von Kolbenraumsegmenten versehen ist, wobei die Trennventile mit der Kolbenbewegung synchronisiert sind. Auf Grund der kreisförmig umlaufenden Kolben treten hier im wesentlichen nur relativ gut beherrschbar Zentrifugalkräfte auf. Aufgrund der Trennventile können im Kolbenraum Kompressions- oder Expansionsräume abgetrennt werden, wobei durch die erfindungsgemäße Synchronisation der Trennventile die Abtrennung immer dann aufgehoben wird, wenn der Kolben am Trennventil vorbeifährt. In Verbindung mit einer Ansaugöffnung und einer Auslassöffnung sowie einem Ventil, welches das Arbeitsfluid nur in eine Strömungsrichtung hindurchlässt, kann die erfindungsgemäße Kolbenmaschine als Pumpe für Flüssigkeiten und Gase oder als Kompressor für Gase verwendet werden. Durch Hinzufügen einer Kraftstoffeinspritzung und ggf. einer Zündkerze lässt sich die erfindungsgemäße Kolbenmaschine als Verbrennungsmotor nutzen. Auch eine Verwendung als Wärmepumpe oder Heißluftmotor ist grundsätzlich möglich.

[0005] In einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Kolbenraumgehäuse auf seiner radial inneren Seite mit einem umlaufenden Ringspalt versehen ist und dass der oder die Kolben auf dem radial äußeren Rand eines Kolbenrades angebracht ist/sind, welches mit einem Scheibenring-förmigen Abschnitt in den Ringspalt

des Kolbenraums hineinragt und mit seiner Drehachse auf einer Antriebswelle sitzt. Durch die erfindungsgemäße Anordnung des Kolbenrades wird es möglich, die Bewegungsenergie des oder der Kolben auf die Antriebswelle zu übertragen. Dabei dient der scheibenförmige Abschnitt des Kolbenrades zum Abdichten des umlaufenden Ringspaltes des Kolbenraumgehäuses.

[0006] Wenn das Kolbenrad scheibenförmig ist, lässt es sich auf besonders einfache Weise herstellen. Ein Scheibenring-förmiger Abschnitt ist somit ohne besonderen Aufwand enthalten. Andere denkbare Ausführungsformen können aber auch eine Scheibe mit Durchbrüchen aufweisen, so lange im radial äußeren Randbereich ein Scheibenringförmiger Abschnitt verbleibt. Das Kolbenrad kann andererseits auch als Speichenrad ausgebildet sein.

[0007] Auch wenn alle näher erläuterten konkreten Ausführungsformen das beschriebene Kolbenrad enthalten, ist dies nicht zwingend zur Funktion der Kolbenmaschine gemäß Anspruch 1. Im Kolbenraumgehäuse könnte beispielsweise ein einziger freilaufender Kolben angeordnet sein, dessen Bewegungsenergie beispielsweise magnetisch auf ein außerhalb des Kolbenraumgehäuses angeordnetes Rad oder sonstige Mechanik übertragen wird. Dies würde Probleme mit der Abdichtung des umlaufenden Ringspaltes des Kolbenraumgehäuses erst gar nicht entstehen lassen.

[0008] In Ausgestaltung der Erfindung weisen die Trennventile in einem Ventilgehäuse drehbar angeordnete, mit Durchbrüchen versehene Ventilscheiben auf, die im wesentlichen in radialer Richtung in den Kolbenraum hineinragen und je nach Drehwinkel ein Kolbenraumsegment verschließen oder eine Durchgangsöffnung für den Kolben freigeben. Aufbau und Synchronisation der Trennventile mit den Kolben ist jeweils denkbar einfach. Die Trennventile öffnen und schließen, indem die Ventilscheiben einfach immer in eine Richtung gedreht werden. Wenn sich die Durchbrüche der Ventilscheiben mit dem Kolbenraum decken, entsteht eine Durchgangsöffnung für den Kolben. Ansonsten wird der Kolbenraum an der Stelle der Ventilscheibe in Kolbenraumsegmente abgetrennt. Die Synchronisation mit dem Kolben erfolgt in einfacher Weise beispielsweise durch ein Zahnradgetriebe, welches insbesondere die Drehbewegung der Antriebswelle mit einer geeigneten Übersetzung auf die Drehbewegung der Ventilscheiben überträgt.

[0009] In einer für die Verwendung der Kolbenmaschine als Kompressor oder Pumpe geeigneten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass am Kolbenrad ein Kolben und am Kolbenraumgehäuse ein mit der Antriebswelle synchronisiertes Trennventil sowie in Bewegungsrichtung des Kolbens nach dem Trennventil eine Ansaugöffnung und vor dem Trennventil

eine Auslassöffnung angeordnet ist. Auf Grund der einfachen Ausgestaltung mit einem einzigen Kolben und mit einem einzigen Trennventil eignet sich diese Ausführungsform besonders für kostengünstige Kompressoren oder Pumpen.

[0010] Wenn es andererseits auf besonders hohe Förderleistung ankommt, wird eine andere Ausführungsform empfohlen, bei der am Kolbenrad drei Kolben in gleichen Winkelabständen und am Kolbenraumgehäuse drei mit der Antriebswelle synchronisierte Trennventile in gleichen Winkelabständen angeordnet sind, wobei in Bewegungsrichtung des Kolbens nach den Trennventilen je eine Ansaugöffnung und vor den Trennventilen jeweils eine Auslassöffnung angeordnet ist. Diese Ausführungsform ist zwar auf Grund der dreifachen Zahl von Kolben, Trennventilen und Ansaug- bzw. Auslassöffnungen aufwendiger in der Herstellung, erlaubt aber eine höhere Pumpleistung.

[0011] Zur Verwendung der Kolbenmaschine als Verbrennungsmotor wird eine Ausführungsform empfohlen, bei der am Kolbenrad drei Kolben in gleichen Winkelabständen von etwa 120° und am Kolbenraumgehäuse zwei mit der Antriebswelle synchronisierte Trennventile im Winkelabstand von etwa 120° angeordnet sind, wobei in Bewegungsrichtung des Kolbens vor dem ersten Trennventil eine Überströmöffnung und nach dem ersten Trennventil eine Einlassöffnung vorgesehen ist, die beide durch einen Überströmkanal miteinander verbunden sind, wobei die Einlassöffnung mittels eines mit der Antriebswelle synchronisierten Überströmventils verschließbar ist und vor dem zweiten Trennventil eine Auslassöffnung und nach dem zweiten Trennventil eine Ansaugöffnung angeordnet ist. Die Anordnung von drei Kolben und drei Trennventilen ermöglicht das Ansaugen und Komprimieren von Frischluft sowie die Einleitung der komprimierten Luft durch die Überströmöffnung und den Überströmkanal in die Einlassöffnung, hinter der nach dem Verschließen mittels des Überströmventils die Verbrennung stattfindet, um dann die Abgase durch die Auslassöffnung hinauszu blasen.

[0012] Mit dieser Ausführungsform des Verbrennungsmotors ist eine hohe Zahl von Arbeitstakten pro Umdrehung der Antriebswelle möglich, allerdings kann keine besonders hohe Verdichtung der komprimierten Gase vor dem Verbrennungszeitpunkt erreicht werden.

[0013] Wenn eine höhere Verdichtung erforderlich ist, empfiehlt sich eine alternative Ausführungsform, die durch die Maßnahmen gekennzeichnet ist, dass drei in gleichen Winkelabständen angeordnete Trennventile vorgesehen sind, dass in Bewegungsrichtung der Kolben nach dem ersten und zweiten Trennventil je eine Ansaugöffnung vorgesehen ist,

dass vor dem zweiten und dritten Trennventil je eine Überströmöffnung vorgesehen ist, dass nach dem zweiten Trennventil eine Einlassöffnung vorgesehen ist, dass die beiden Überströmöffnungen und die Einlassöffnungen jeweils durch ein mit der Antriebswelle synchronisiertes Überströmventil verschließbar und durch einen gemeinsamen Überströmkanal miteinander verbunden sind und dass vor dem ersten Trennventil eine Auslassöffnung vorgesehen ist. Bei dieser Ausführungsform arbeiten jeweils zwei der drei Kolben als Kompressor zur Komprimierung von Frischluft, welche über den gemeinsamen Überströmkanal und die Einlassöffnung in den Verbrennungsraum gelangt. Wegen der doppelten Zahl von komprimierenden Kolben kann somit eine höhere Verdichtung erzielt werden.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform sind zur Erzielung einer höheren Verdichtung zwei Kolbenraumgehäuse sozusagen in Serienschaltung vorgesehen, wobei ein erstes Kolbenraumgehäuse als Kompressor arbeitet und der Verbrennungsvorgang der vorkomprimierten Frischluft in dem anderen Kolbenraumgehäuse statt findet. Dies wird durch die Maßnahmen ermöglicht, dass jedes der beiden Kolbenraumgehäuse jeweils ein mit der Antriebswelle synchronisiertes Trennventil sowie zwei auf der gemeinsamen Antriebswelle angeordnete Kolbenräder mit jeweils einem Kolben aufweist, dass die Trennventile und die Kolben jeweils im Drehwinkel von etwa 20° bis 30° zueinander angeordnet sind, dass in Bewegungsrichtung der Kolben nach dem Trennventil des ersten Kolbenraumgehäuses eine Ansaugöffnung und vor dem Trennventil eine durch ein mit der Antriebswelle synchronisiertes Überströmventil verschließbare Überströmöffnung vorgesehen ist, die in einen Überströmkanal führt, der in eine Eintrittsöffnung des zweiten Kolbenraumgehäuses mündet, die nach dem zweiten Trennventil angeordnet ist, und dass vor dem zweiten Trennventil eine durch ein mit der Antriebswelle synchronisiertes Auslassventil verschließbare Auslassöffnung angeordnet ist.

Ausführungsbeispiel

[0015] Ausführungsbeispiele werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

[0016] Fig. 1: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kolbenrades mit drei Kolben;

[0017] Fig. 2: eine schematische Darstellung eines torusförmigen Kolbenraumgehäuses mit radial innenliegendem Ringspalt;

[0018] Fig. 3: einen Schnitt S1 gemäß Fig. 6a eines Abschnitts des Kolbenraumgehäuses mit geschnittenem Trennventil;

[0019] Fig. 4: eine geschnittene Darstellung eines Kolbenraumgehäuses einer als Kompressor oder Pumpe verwendbaren erfindungsgemäßen Kolbenmaschine;

[0020] Fig. 5a–d: eine alternative Ausführungsform einer als Pumpe oder Kompressor verwendbaren Kolbenmaschine mit drei Kolben in vier Phasen a – d;

[0021] Fig. 6a–g: geschnittenen Darstellungen einer erfindungsgemäßen Kolbenmaschine in einer ersten Ausführungsform als Verbrennungsmotor in sieben verschiedenen Phasen a – g;

[0022] Fig. 7a–d: eine Kolbenmaschine in einer zweiten Ausführungsform als Verbrennungsmotor, in vier Phasen a – d;

[0023] Fig. 8: eine schematische, dreidimensionale Darstellung einer Kolbenmaschine in einer dritten Ausführungsform als Verbrennungsmotor mit zwei torusförmigen Kolbenraumgehäusen;

[0024] Fig. 9a–c: drei verschiedene geschnittene Darstellungen a – c des Verbrennungsmotors von Fig. 8.

[0025] In Fig. 1 erkennt man ein scheibenförmiges Kolbenrad 4, an dessen radial äußerem Rand drei Kolben 2a, 2b, 2c befestigt sind. In der Drehachse des Scheibenrades 4 ist eine Antriebswelle 3 angeordnet.

[0026] In Fig. 2 erkennt man ein torusförmiges Kolbenraumgehäuse 1, das auf seiner radial inneren Seite mit einem umlaufenden Ringspalt 16 versehen ist, der zur Aufnahme des radial äußeren scheibenförmigen Bereiches des Kolbenrades 4 bestimmt ist, so dass sich die Kolben 2 im torusförmigen Kolbenraum 17 des Kolbenraumgehäuses 1 kreisförmig bewegen können. In Fig. 3 ist eine Teilansicht eines erfindungsgemäßen Kolbenraumgehäuses 1 im Schnitt S1 gemäß Fig. 6a gezeigt, wobei die Antriebswelle 3 das Kolbenrad 4 und ein Kolben 2 erkennbar sind. Des Weiteren ist ein Trennventil 10 dargestellt, welches eine um eine Ventilwelle 19 drehbare Ventilscheibe 18 aufweist, die mit einem Durchbruch 20 zum Durchgang des Kolbens 2 versehen ist. Die Drehrichtung 21 der Ventilscheibe 18 ist durch einen Pfeil angedeutet.

[0027] In der geschnittenen Darstellung von Fig. 4 erkennt man wieder das Kolbenraumgehäuse 1 und das darin angeordnete Kolbenrad 4, welches hier nur mit einem einzigen Kolben 2 ausgestattet ist. Die Drehrichtung 22 des Kolbenrades 4 um die Antriebswelle 3 ist durch den Pfeil angedeutet. Das einzige Trennventil 10 dreht sich um die Ventilachse 19 und befindet sich gerade in einem geöffneten Zustand, wobei der Kolben 2 ungehindert durch den nicht ge-

zeigten Durchbruch der Ventilscheibe 18 hindurchgeht. In Drehrichtung 22 nach dem Trennventil 10 befindet sich eine Ansaugöffnung 6 und vor dem Trennventil 10 eine Auslassöffnung 9.

[0028] Die in Fig. 4 dargestellte Kolbenmaschine kann als Kompressor für Gase oder als Pumpe für die Förderung von Gasen oder Flüssigkeiten verwendet werden. Nachfolgend wird als Beispiel die Funktion bei der Kompression von Gasen beschrieben.

[0029] Der Kolben 3 überstreicht in Drehrichtung 22 die Ansaugöffnung 6, wobei sich das Trennventil 10 schließt, so dass zwischen dem Trennventil 10 und dem Kolben 2 ein abgetrenntes Kolbenraumsegment entsteht. Bei einer weiteren Drehung des Kolbenrades 4 in Drehrichtung 22 vergrößert sich das genannte Kolbenraumsegment, wobei durch die Ansaugöffnung 6 Gas angesaugt wird. Wenn das Kolbenrad 4 fast eine ganze Umdrehung vollendet hat, überstreicht der Kolben 2 die Auslassöffnung 9. Die Auslassöffnung ist mit einem nicht gezeigten Rückschlagventil ausgestattet, so dass zwar Gas nach außen gedrückt werden kann, jedoch kein Gas von außen in den Kolbenraum 17 gelangen kann. Während der Kolben 2 die Auslassöffnung 9 überstreicht, öffnet das Trennventil 10 den Durchgang, so dass der Kolben 2 wieder in die in Fig. 4 dargestellte Position gelangt. Der gesamte Kolbenraum 17 ist jetzt mit angesaugtem Gas gefüllt, welches bei einer anschließenden weiteren Drehbewegung des Kolbenrades 4 in Drehrichtung 22 vor dem Kolben 2 hergeschoben wird. Da sich kurz nach dem Passieren des Kolbens 2 das Trennventil 10 wieder schließt, schiebt der Kolben 2 das Gas in dem in Drehrichtung 22 vor ihm befindlichen Kolbenraumsegment durch die Auslassöffnung 9 aus dem Kolbenraum 17 hinaus, während er gleichzeitig auf seiner Rückseite frisches Gas durch die Ansaugöffnung 6 ansaugt. Das Gas kann somit durch den Kolben 2 in dem vor dem Kolben befindlichen Segment des Kolbenraums 17 komprimiert und durch die Auslassöffnung 9 nach draußen gefördert werden.

[0030] In ähnlicher Weise funktioniert die in den Fig. 5a – d dargestellte Kolbenmaschine zur Komprimierung von Gas oder Förderung von Gas oder Flüssigkeit. Der Unterschied zur Fig. 4 besteht darin, dass auf dem Kolbenrad 4 jetzt drei Kolben 2a, 2b, 2c und am Kolbenraumgehäuse 1 drei Trennventile 10a, 10b, 10c angeordnet sind. Die drei Trennventile 10a, 10b, 10c ermöglichen die Unterteilung des Kolbenraums 17 in Kolbenraumsegmente 17a, 17b, 17c. Anhand des Kolbens 2a wird nachfolgend die Arbeitsweise der Kolbenmaschine gemäß Fig. 5 beschrieben, wobei die anderen beiden Kolben 2b und 2c entsprechend dem Kolben 2a arbeiten, was zu einer Verdreifachung der Förderleistung führt.

[0031] In der in Fig. 5a gezeigten Stellung sind alle

Trennventile **10a**, **10b**, **10c** geschlossen, so dass die Kolbenraumsegmente **17a**, **17b**, **17c** abgetrennt sind. Bei einer Drehung des Kolbenrades **4** in Drehrichtung **22** überstreicht der Kolben **2a** die Ansaugöffnung **6a** und saugt in der Folge gemäß der Darstellung von **Fig. 5b** frisches Gas aus der Ansaugöffnung **6a** an, bis er die in **Fig. 5c** dargestellte Stellung über der ersten Auslassöffnung **9a** erreicht. Da die Drehung der Trennventile **10a**, **10b**, **10c** mittels eines nicht gezeigten Antriebes mit der Drehung der Antriebswelle **3** gekoppelt und synchronisiert ist, öffnen die drei Trennventile **10a**, **10b**, **10c** in dem Moment, in dem die drei Kolben **2a**, **2b**, **2c** passieren müssen. Dieser Zustand ist in **Fig. 5d** dargestellt. Nach dem Passieren der drei Kolben **2a**, **2b**, **2c** erhält man einen Betriebszustand entsprechend der Darstellung von **Fig. 5a**, nur daß jetzt an die Stelle des Kolbens **2a** der Kolben **2c** getreten ist. Der Kolben **2a** wird nun in der Folge im Kolbenraumsegment **17b** einen Ansaugvorgang aus der Ansaugöffnung **6b** und danach im Kolbensegment **17c** einen Ansaugvorgang aus der Ansaugöffnung **6c** bewirken, wobei alle drei Phasen bis zum vollem Umlauf des Kolbens **2a** analog ablaufen.

[0032] Nach dem anhand der **Fig. 5a–d** zunächst die in Drehrichtung **22** hinter dem jeweiligen Kolben **2a**, **2b**, **2c** parallel ablaufenden Ansaugvorgänge betrachtet worden sind, sollen jetzt die in Drehrichtung **22** jeweils vor den drei Kolben **2a**, **2b**, **2c** ablaufenden Kompressionsvorgänge bzw. das Ausdrücken des Gases durch die Auslassöffnungen **9a**, **9b**, **9c** betrachtet werden.

[0033] Die Ausgangssituation finden wir in **Fig. 5a**, wo beispielsweise der Kolben **2b** im Kolbenraumsegment **17a** einen Ansaugvorgang verrichtet hat. Die Kolben **2a**, **2b**, **2c** haben die Trennventile **10a**, **10b**, **10c** passiert und die Trennventile **10a**, **10b**, **10c** sind geschlossen. Bei einer weiteren Drehung des Kolbenrades **4** in Drehrichtung **22** schieben sich die Kolben weiter entgegen dem Uhrzeigersinn, beispielsweise der Kolben **2a** im Kolbenraumsegment **17a** auf die Auslassöffnung **9a** zu, wobei das zuvor vom Kolben **2b** in das Kolbenraumsegment **17a** eingesaugte Frischgas komprimiert und unter Druck durch die Auslassöffnung **9a** hinausgeschoben wird. Parallele und analoge Vorgänge laufen in den Kolbenraumsegmenten **17b** und **17c** ab. Dabei sind die Auslassöffnungen **9a**, **9b**, **9c** mit nicht gezeigten Rückschlagventilen versehen, so dass das komprimierte Gas dort nur ausgestoßen werden kann, nicht jedoch in das jeweilige Kolbenraumsegment **17a**, **17b**, **17c** zurückströmen kann.

[0034] In den **Fig. 6a** bis **Fig. 6g** ist eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine als Verbrennungsmotor näher erläutert. Auf einer Antriebswelle **3** sitzt wieder ein scheibenförmiges Kolbenrad **4** mit drei Kolben **2a**, **2b**, **2c**. Das Kol-

benrad **4** bewegt sich entgegen dem Uhrzeigersinn gemäß Drehrichtung **22**. Am Kolbenraumgehäuse **1** sind zwei Trennventile **10**, **11** im Winkelabstand von etwa 120° zueinander angeordnet. In Bewegungsrichtung der Kolben **2a**, **2b**, **2c** befindet sich vor dem Trennventil **11** eine Auslassöffnung **9** und danach eine Ansaugöffnung **12**. Vor dem anderen Trennventil **10** befindet sich eine Überströmöffnung **13**, die über einen gestrichelt angedeuteten Überströmkanal **14** mit einer Einlassöffnung **26** verbunden ist. Unmittelbar an der Einlassöffnung **26** ist ein Überströmventil **5** angeordnet, welches zum Öffnen und Verschließen der Einlassöffnung **26** bestimmt ist. Das Überströmventil **5** besitzt eine Ventilscheibe **25** mit einem Durchbruch **24**. Die Drehung der Ventilscheibe **25** ist mit der Drehung der Antriebswelle **3** synchronisiert. Dasselbe gilt für die Drehung der Ventilscheibe **18** der Trennventile **10**, **11**. Das Überströmventil **5** unterscheidet sich in Aufbau und Synchronisation grundsätzlich nicht von den Trennventilen **10**, **11**. Unterschiede bestehen lediglich in der Form des Durchbruchs **20** bzw. **25** und in der Anordnung der jeweiligen Ventile. Im Bereich der Einlassöffnung **26** ist ein Verbrennungsraum **15** vorgesehen, der radial außerhalb des Kolbenraums **17** angeordnet ist. Am Verbrennungsraum **15** ist außerdem eine Zündkerze **7** und eine Einspritzdüse **8** zum Einspritzen von Kraftstoff angeordnet.

[0035] Anhand des Kolbens **2a** wird anschließend die Funktion des Verbrennungsmotors näher erläutert. Die anderen beiden Kolben **2b**, **2c** führen analoge Vorgänge aus.

[0036] In der Situation von **Fig. 6a** befindet sich im Verbrennungsraum **15** und in dem oberen Raumabschnitt zwischen dem Kolben **2a** und dem ersten Trennventil **10** komprimierte Frischluft. Das Überströmventil **5** ist geschlossen. Auch die beiden Trennventile **10** und **11** sind geschlossen. Durch die Einspritzdüse **8** wird Kraftstoff eingespritzt, der mittels der Zündkerze **7** gezündet wird. Dadurch dehnt sich das brennende, komprimierte Kraftstoff-Luft-Gemisch stark aus und treibt den Kolben **2a** nach links, wobei das Kolbenrad **4** eine Drehbewegung **22** entgegen dem Uhrzeigersinn ausführt. In **Fig. 6b** hat der Kolben **2a** die Auslassöffnung **9** erreicht, die nunmehr frei gegeben wird, so dass das verbrannte Abgas teilweise schon durch die Auslassöffnung **9** entweicht. Im weiteren Verlauf werden die beiden Trennventile **10**, **11** geöffnet, so dass die beiden Kolben **2a**, **2c** passieren können. Danach werden die Trennventile **10**, **11** wieder geschlossen, wobei die in **Fig. 6c** dargestellte Situation entsteht. Der Kolben **2a** wird nun auf seinem weiteren Weg die Ansaugöffnung **12** freigeben und aus der Ansaugöffnung **12** Frischluft ansaugen. Diese Situation ist in **Fig. 6d** dargestellt. In **Fig. 6e** hat der Kolben **2a** die Überströmöffnung **13** erreicht. Jetzt werden wieder die beiden Trennventile **10**, **11** geöffnet, so dass die Kolben **2a**, **2b** passieren

können. In der in **Fig. 6** dargestellten Position des Kolbens **2a** ist das Trennventil **10** bereits wieder geschlossen, während das Trennventil **11** noch geöffnet ist. Bei der in **Fig. 6g** dargestellten Situation hat der Kolben **2a** den Brennraum **15** passiert. In diesem Moment öffnet das Überströmventil **5**, so dass komprimierte Frischluft aus dem Überströmkanal **14** in den Brennraum **15** gelangt, wo es wiederum zum Einspritzen von Kraftstoff und zur Zündung kommt.

[0037] Bisher wurden nur die Vorgänge besprochen, die sich in Drehrichtung **22** hinter dem Kolben **2a** abspielten.

[0038] Betrachten wir jetzt die Vorgänge vor dem Kolben **2a**. Beginnend mit **Fig. 6a** befindet sich im Kolbenraum **17** vor dem Kolben **2a** Abgas, welches durch Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches beim vorherigen Durchgang des Kolbens **2b** entstanden ist. Bei weiterer Bewegung des Kolbens **2a** im Rahmen der Drehung des Kolbenrades **4** in Drehrichtung **22** schiebt der Kolben **2a** das Abgas aus der Auslassöffnung **9** vollständig aus, bis er etwa die in **Fig. 6b** dargestellte Stellung erreicht. Jetzt öffnet sich das Trennventil **11**, so dass der Kolben **2a** hindurchgehen kann. In der in **Fig. 6c** gezeigten Situation hat der Kolben **2a** die Ansaugöffnung **12** passiert, wodurch zwischen dem Kolben **2a** und dem Kolben **2b** ein Raum mit Frischluft abgeteilt wird, die vorher der Kolben **2b** durch die Ansaugöffnung **12** angesaugt hat. Bei der in **Fig. 6d** gezeigten Situation hat sich das Trennventil **10** geöffnet, so dass der Kolben **2b** passieren kann. Ergibt dabei gleichzeitig die Überströmöffnung **13** frei. Im weiteren Verlauf wird sich das Trennventil **10** schließen, so dass die zwischen dem Trennventil **10** und dem Kolben **2a** befindliche Frischluft durch die weitere Bewegung des Kolbens **2a** komprimiert wird, bis der Kolben **2a** die in **Fig. 6e** gezeigte Stellung erreicht, in der er die Überströmöffnung **13** abdeckt und verschließt. Die komprimierte Luft wird dabei kurzfristig im Überströmkanal **14** aufbewahrt. Die Überströmöffnung **13** ist mit einem nichtgezeigten Ventil versehen, das ein Rückströmen der komprimierten Frischluft in den Kolbenraum **17** verhindert. Insbesondere in der Situation von **Fig. 6f**, in der der Kolben **2a** das Trennventil **10** passiert hat, welches sich danach geschlossen hat, kann die komprimierte Luft aus dem Überströmkanal **14** durch die Überströmöffnung **13** nicht zurückströmen.

[0039] In **Fig. 6g** haben wir jetzt wieder die Situation, in der das Überströmventil **5** öffnet, so dass auf der Rückseite vom Kolben **2a** ein erneuter Verbrennungsvorgang und auf seiner Vorderseite wieder ein Ausschleiben der Abgase erfolgt.

[0040] Eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine als Verbrennungsmotor ist in den **Fig. 7a–d** dargestellt. Hier haben wir ebenfalls ein auf einer Antriebswelle **3** angeordnetes

Kolbenrad **4** mit drei in gleichmäßigen Winkelabständen von 120° angeordneten Kolben **2a**, **2b**, **2c**. Am Kolbenraumgehäuse **1** sind drei Trennventile **10a**, **10b**, **10c** angeordnet. Des Weiteren ist das Kolbenraumgehäuse **1** mit drei Überströmventilen **5a**, **5b**, **5c** versehen, die jeweils eine Ventilscheibe **25** aufweisen. Die Ventilscheiben **25** drehen sich entgegen dem Uhrzeigersinn in Drehrichtung **21** und sind mit der Drehung des Kolbenrades **4** in Drehrichtung **22** synchronisiert. Auch die Ventilscheiben **18** der Trennventile **10a**, **10b**, **10c** sind mit der Drehung des Kolbenrades **4** synchronisiert. In Bewegungsrichtung der Kolben **2a**, **2b**, **2c** gemäß Drehung **22** des Kolbenrades **4** befindet sich vor dem ersten Trennventil **10a** eine Auslassöffnung **9** nach dem ersten Trennventil **10a** eine Ansaugöffnung **12a**, vor dem zweiten Trennventil **10b** eine Überströmöffnung **13a**, nach dem zweiten Trennventil **10b** eine Ansaugöffnung **12b**, vor dem dritten Trennventil **10c** eine Überströmöffnung **13c** und nach dem dritten Trennventil **10c** eine Einlassöffnung **26**. Die Einlassöffnung **26** ist über einen modifizierten Überströmkanal **23** sowohl mit der Überströmöffnung **13a** als auch mit der Überströmöffnung **13c** verbunden.

[0041] In Bewegungsrichtung des Kolbens **2a** befindet sich vor diesem verbranntes Abgas im Kolbenraum **17**, welches bei der weiteren Drehung des Kolbenrades **4** entsprechend der Drehrichtung **22** aus der Auslassöffnung **9** ausgeblasen wird. Vor dem Kolben **2a** befindet sich komprimierte Frischluft, die bei der in **Fig. 7a** dargestellten Situation aus dem Überströmkanal **23** gerade in das Kolbenraumsegment zwischen dem Trennventil **10c** und dem Kolben **2a** einströmt, weil das Überströmventil **5c** gerade geöffnet ist, denn der Durchbruch **24c** der Ventilscheibe **25** deckt sich gerade mit der Einlassöffnung **26**. Nachdem das Überströmventil **5c** geschlossen wurde, wird über eine nicht gezeigte Einspritzdüse Kraftstoff in den Raum zwischen dem dritten Trennventil **10c** und dem Kolben **2a** gespritzt und anschließend mittels einer nicht gezeigten Zündkerze gezündet, so dass der Kolben **2a** in Richtung auf das erste Trennventil **10a** getrieben wird. Dabei saugen die beiden Kolben **2b** und **2c** auf ihrer Rückseite durch die beiden Ansaugöffnungen **12a** und **12b** Frischluft an. Gleichzeitig verdichten die Kolben **2b** und **2c** auf ihrer Vorderseite die während der vorangegangenen 120° -Drehung des Kolbenrades **4** durch die Kolben **2c** bzw. **2a** angesaugte Frischluft. Während der Kompression der Frischluft durch die Kolben **2b** und **2c** werden die beiden Überströmventile **5a** und **5b** geöffnet, indem die länglichen Durchbrüche **24a** und **24b** in Deckung mit den jeweiligen Überströmöffnungen **13a** und **13c** gebracht werden. Die Kompression dauert an bis zu der in **Fig. 7b** gezeigten Situation, in der die Kolben **2b** und **2c** die jeweiligen Überströmöffnungen **13a** und **13c** überdecken und die in den Überströmkanal **22** gelangte komprimierte Luft dort eingeschlossen wird, indem die Überströmventile **5a**

und **5b** wieder schließen. Anschließend öffnen alle drei Trennventile **10a**, **10b**, **10c**, damit die jeweiligen Kolben **2a**, **2b**, **2c** passieren können. Diese Situation ist in **Fig. 7c** gezeigt. Nach dem Passieren der Kolben **2a**, **2b**, **2c** werden die Trennventile **10a**, **10b**, **10c** wieder geschlossen, wie man in **Fig. 7d** erkennt.

[0042] Jetzt beginnen die Vorgänge des Ausstoßens verbrannten Abgases aus dem Kolbenraum **17** durch die Auslassöffnung **9**, das Einlassen von komprimierter Frischluft aus dem Überströmkanal **23** über das sich öffnende Überströmventil **5c** durch die Einlassöffnung **26** in den Brennraum und der anschließende Verbrennungsvorgang erneut, nur dass jetzt der Kolben **2c** an diesen Vorgängen beteiligt ist. Analog gilt für die Vorgänge des Ansaugens von Frischluft durch die Ansaugöffnungen **12a** und **12b** und für das Komprimieren der zuvor eingesaugten Frischluft analog dasselbe, wie weiter oben beschrieben, nur dass jetzt die Kolben **2a** und **2b** daran beteiligt sind.

[0043] Die zweite Ausführungsform des Verbrennungsmotors gemäß **Fig. 7a** –d hat gegenüber der ersten Ausführungsform den Vorteil, dass stets zwei Kolben am Kompressionsvorgang beteiligt sind, wodurch sich eine höhere Kompression der angesaugten Frischluft vor dem Einspritzen und Zünden des Kraftstoffes erreichen lässt.

[0044] In einer dritten Ausführungsform gemäß **Fig. 8** sind zwei Kolbenraumgehäuse **1a**, **1b** vorgesehen, in denen jeweils ein Trennventil **10a**, **10b** angeordnet ist. Die beiden torusförmigen Kolbenraumgehäuse **1a**, **1b** sind auf derselben Achse einer Antriebswelle **3** im axialen Abstand zueinander angeordnet. Die Antriebswelle **3** ist der Übersichtlichkeit halber in **Fig. 8** nicht eingezeichnet. Zwischen den beiden Kolbenraumgehäusen **1a** und **1b** ist ein Überströmkanal **27** angeordnet. Wie man in den **Fig. 9a**–c erkennt, ist am Kolbenraumgehäuse **1a** ein Kolbenrad **4a** und am Kolbenraumgehäuse **1b** ein Kolbenrad **4b** jeweils auf einer gemeinsamen Antriebswelle **3** angeordnet. Die Kolbenräder **4a**, **4b** drehen sich in Drehrichtung **22** entgegen dem Uhrzeigersinn. Wie man am besten **Fig. 9c** erkennt, sind sowohl die beiden Trennventile **10a**, **10b** als auch die beiden Kolben **2a**, **2b** in Drehrichtung **22** jeweils in einem Winkel von ca. 25° zueinander angeordnet. Am Kolbenraumgehäuse **1a** ist außerdem ein Überströmventil **5a** und am Kolbenraumgehäuse **1b** ein Überströmventil **5b** angeordnet. Außerdem besitzt das Kolbenraumgehäuse **1a** eine Ansaugöffnung **6**, während das Kolbenraumgehäuse **1b** mit einer Auslassöffnung **9** versehen ist.

[0045] Das Kolbenraumgehäuse **1a** dient als Kompressor für angesaugte Frischluft. Bei einer Drehung in Drehrichtung **22** und geschlossenem Trennventil **10a** saugt der Kolben **2a** bei seiner Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn auf seiner in Bewegungsrichtung

hinten liegenden Rückseite Frischluft durch die Ansaugöffnung **6** an und komprimiert gleichzeitig auf seiner Vorderseite die zuvor angesaugte Frischluft, um sie in den Überströmkanal **27** zu pressen. Für diesen Zweck gibt das Überströmventil **5a** den Weg zum Überströmkanal **27** frei. Anschließend schließt das Überströmventil **5a** und das Trennventil **10a** wird geöffnet, damit der Kolben **2a** den Überströmkanal **27**, das Trennventil **10a** und die Ansaugöffnung **6** passieren kann. Danach wird das Trennventil **10a** wieder geschlossen und der Ansaug- bzw. Kompressionsvorgang im Kolbenraumgehäuse **1a** beginnt erneut.

[0046] Wie man in **Fig. 9b** erkennt, spielt sich im Kolbenraumgehäuse **1b** der Arbeitstakt und Auspufftakt des Verbrennungsmotors gleichzeitig ab. Bei der in der **Fig. 9b** gezeigten Situation ist das Trennventil **10b** geschlossen. Das Überströmventil **5b** wird kurz geöffnet, um komprimierte Frischluft aus dem Überströmkanal **27** in den kleinen Verbrennungsraum zwischen der in Bewegungsrichtung **22** hinten liegenden Rückseite des Kolbens **2b** und dem Trennventil **10b** einströmen zu lassen. Jetzt wird durch eine nicht gezeigte Einspritzdüse Kraftstoff eingespritzt und mittels einer nichtgezeigten Zündkerze gezündet, wodurch der Kolben **2b** entgegen dem Uhrzeigersinn angetrieben wird. Dabei entspannt sich das verbrennende Kraftstoff-Luft-Gemisch und leistet am Kolben **2b** Arbeit, die auf die Antriebswelle **3** übertragen wird. Gleichzeitig schiebt der Kolben **2b** auf seiner Vorderseite das verbrannte Abgas aus der vorangegangenen Umdrehung durch die Auslassöffnung **9** hinaus. Während einer kurzen Öffnungsphase des Trennventils **10b** kann der Kolben **2b** die Auslassöffnung **9**, das Trennventil **10b** und den Überströmkanal **27** passieren. Danach läuft der Arbeitstakt auf der Rückseite des Kolbens **2b** und der Auspufftakt auf seiner Vorderseite erneut ab.

[0047] In **Fig. 9c** kann man das Zusammenwirken der beiden Kolben **2a** und **2b** sowie der beiden Trennventile **10a**, **10b** und des dazwischen liegenden Überströmkanals **27** mit den beiden Überströmventilen **5a** und **5b** erkennen.

[0048] Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine hat insbesondere in der Bauform als Verbrennungsmaschine gegenüber den üblichen Hubkolbenmotoren den Vorteil, dass die in den heißen Verbrennungsgasen steckende Energie weit effektiver in mechanische Arbeit umgewandelt werden kann, denn die Gase lassen sich im erfindungsgemäßen Motor weiter entspannen als beim Hubkolbenmotor. Der größtmögliche Hubweg der Kolbenmaschine ist nämlich begrenzt auf etwa den 1,5-fachen Kolbendurchmesser, weil ansonsten das seitlich ausschlagende Pleuel mit der Führung des Kolbens, also der Zylinderwand in Konflikt käme. Beim umlaufenden Kolben der vorliegenden Erfindung hingegen kann der Kolben je nach vorliegender Ausführungsform sehr viel weitere

Strecken beim Expansionsvorgang zurücklegen. Bei der Ausführungsform mit nur einem Trennventil kann sich der Kolben um mehr als 300° bewegen, was etwa dem 15-fachen des Kolbendurchmessers entspricht. Dabei können sich die Verbrennungsgase etwa 10 mal so weit ausdehnen wie bei der Hubkolbenmaschine. Die dabei geleistete Arbeit wird bei der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine zusätzlich auf den Kolben und die Antriebswelle übertragen, statt nutzlos im Auspuff zu verschwinden.

Bezugszeichenliste

1	Kolbenraumgehäuse
2	Kolben
3	Antriebswelle
4	Kolbenrad
5	Überströmventil
6	Ansaugöffnung
7	Zündkerze
8	Einspritzdüse
9	Auslassöffnung
10	Trennventil
11	Trennventil
12	Ansaugöffnung
13	Überströmöffnung
14	Überströmkanal
15	Verbrennungsraum
16	Ringspalt
17	Kolbenraum
18	Ventilscheibe
19	Ventilwelle
20	Durchbruch
21	Drehrichtung
22	Drehrichtung
23	Überströmkanal
24	Durchbruch
25	Ventilscheibe
26	Einlassöffnung
27	Überströmkanal

Patentansprüche

1. Kolbenmaschine zur Verwendung als Pumpe, Kompressor oder Wärmekraftmaschine, insbesondere Verbrennungsmotor, mit einem in einem Kolbenraum (17) eines Maschinengehäuses beweglich angeordneten Arbeitskolben (2), und mit verschließbaren Ansaugöffnungen (12) und Auslassöffnungen (9) für ein Arbeitsfluid, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Maschinengehäuse ein Kolbenraumgehäuse (1) umfasst, welches einen im wesentlichen torusförmigen Kolbenraum (17) umschließt, dass im Kolbenraum (17) zumindest ein Kolben (2) kreisförmig umlaufend bewegbar ist und dass das Kolbenraumgehäuse (1) mit Trennventilen (10, 11) zum periodischen Abtrennen von Kolbenraumsegmenten versehen ist, wobei die Trennventile (10, 11) mit der Kolbenbewegung synchronisiert sind.

2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenraumgehäuse (1) auf seiner radial inneren Seite mit einem umlaufenden Ringspalt (16) versehen ist und dass der oder die Kolben (2) auf dem radial äußeren Rand eines Kolbenrades (4) angebracht ist/sind, welches mit einem Scheibenring-förmigen Abschnitt in den Ringspalt (16) des Kolbenraumgehäuses (1) hineinragt und mit seiner Drehachse auf einer Antriebswelle (3) sitzt.

3. Kolbenmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenrad (4) scheibenförmig ist.

4. Kolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennventile (10, 11) in einem Ventilgehäuse drehbar angeordnete, mit Durchbrüchen (20) versehene Ventilscheiben (18) aufweisen, die im wesentlichen in radialer Richtung in den Kolbenraum (17) hineinragen und je nach Drehwinkel ein Kolbenraumsegment verschließen oder eine Durchgangsöffnung für den Kolben (2) freigeben.

5. Kolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Verwendung als Kompressor oder Pumpe, dadurch gekennzeichnet, dass am Kolbenrad (4) ein Kolben (2) und am Kolbenraumgehäuse (1) ein mit der Antriebswelle (3) synchronisiertes Trennventil (10) sowie in Bewegungsrichtung des Kolbens (2) nach dem Trennventil (10) eine Ansaugöffnung (6) und vor dem Trennventil (10) eine Auslassöffnung (9) angeordnet ist.

6. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Verwendung als Kompressor oder Pumpe, dadurch gekennzeichnet, dass am Kolbenrad (4) drei Kolben (2a, 2b, 2c) im gleichen Winkelabständen und am Kolbengehäuse (1) drei mit der Antriebswelle (3) synchronisierte Trennventile (10a, 10b, 10c) in gleichen Winkelabständen angeordnet sind und dass in Bewegungsrichtung der Kolben (2a, 2b, 2c) nach den Trennventilen (10a, 10b, 10c) jeweils eine Ansaugöffnung (6a, 6b, 6c) und vor den Trennventilen (10a, 10b, 10c) jeweils eine Auslassöffnung (9a, 9b, 9c) angeordnet ist.

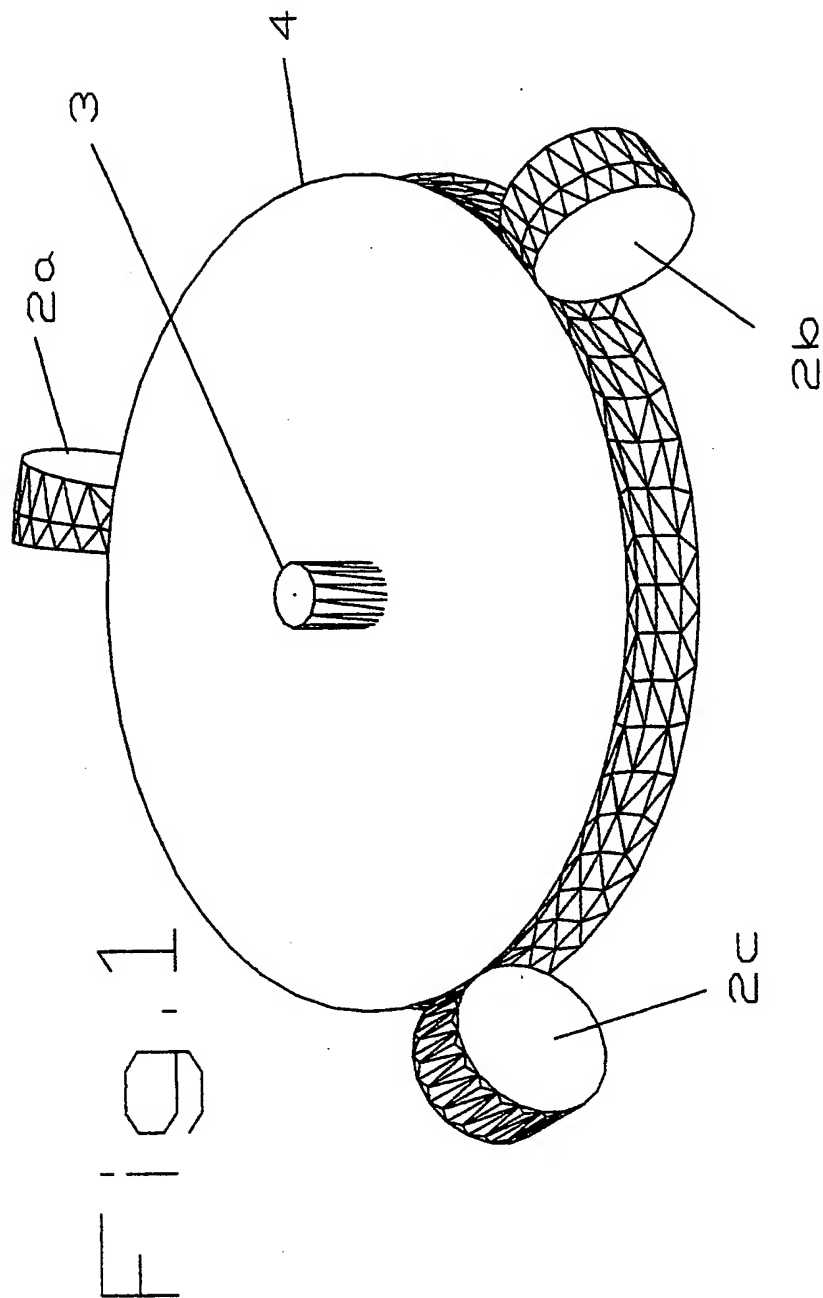
7. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Verwendung als Verbrennungsmotor, dadurch gekennzeichnet, dass am Kolbenrad (4) drei Kolben (2a, 2b, 2c) in gleichen Winkelabständen von 120° und am Kolbenraumgehäuse (1) zwei mit der Antriebswelle (3) synchronisierte Trennventile (10, 11) im Winkelabstand von etwa 120° angeordnet sind, dass in Bewegungsrichtung der Kolben (2a, 2b, 2c) vor dem ersten Trennventil (10) eine Überströmöffnung (13) und nach dem ersten Trennventil (10) eine Einlassöffnung (26) vorgesehen ist, die beide durch einen Überströmkanal (14) miteinander verbunden sind, dass die Einlassöffnung (26) mittels ei-

nes mit der Antriebswelle (3) synchronisierten Überströmventils (5) verschließbar ist, dass vor dem zweiten Trennventil (11) eine Auslassöffnung (9) und nach dem zweiten Trennventil (11) eine Ansaugöffnung (12) angeordnet ist.

8. Kolbenmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass drei in gleichen Winkelabständen angeordnete Trennventile (10a, 10b, 10c) vorgesehen sind, dass in Bewegungsrichtung der Kolben (2a, 2b, 2c) nach dem ersten Trennventil (10a) und dem zweiten Trennventil (10b) je eine Ansaugöffnung (12a, 12b) vorgesehen ist, dass nach dem zweiten Trennventil (10b) und dem dritten Trennventil (10c) je eine Überströmöffnung (13a, 13b) vorgesehen ist, dass nach dem zweiten Trennventil (10c) eine Einlassöffnung (26) vorgesehen, dass die beiden Überströmöffnungen (13a, 13b) und die Einlassöffnung (26) jeweils durch ein mit der Antriebswelle synchronisiertes Überströmventil (5c) verschließbar und durch einen gemeinsamen Überströmkanal (23) miteinander verbunden sind und dass vor dem ersten Trennventil (10a) eine Auslassöffnung (9) vorgesehen ist.

9. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Verwendung als Verbrennungsmotor, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Kolbenraumgehäuse (1a, 1b) mit zwei Kolbenräumen und jeweils einem mit der Antriebswelle (3) synchronisierten Trennventil (10a, 10b) sowie zwei auf der gemeinsamen Antriebswelle (3) angeordnete Kolbenräder (4a, 4b) mit jeweils einem Kolben (2a, 2b) versehen sind, dass die Trennventile (10a, 10b) und die Kolben (2a, 2b) jeweils im Drehwinkel von etwa 20° bis 30° zueinander angeordnet sind, dass in Bewegungsrichtung der Kolben (2a, 2b) nach dem Trennventil (10a) des ersten Kolbenraumgehäuses (1a) eine Ansaugöffnung (6) und vor dem Trennventil (10a) eine durch ein mit der Antriebswelle (3) synchronisiertes Überströmventil (5a) verschließbare Überströmöffnung vorgesehen ist, die in einen Überströmkanal (27) führt, der in eine Einströmöffnung des zweiten Kolbenraumgehäuses (1b) mündet, die nach dem zweiten Trennventil (10b) angeordnet ist und dass vor dem zweiten Trennventil (10b) eine durch ein mit der Antriebswelle (3) synchronisiertes Auslassventil (5b) verschließbare Auslassöffnung (9) angeordnet ist.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen



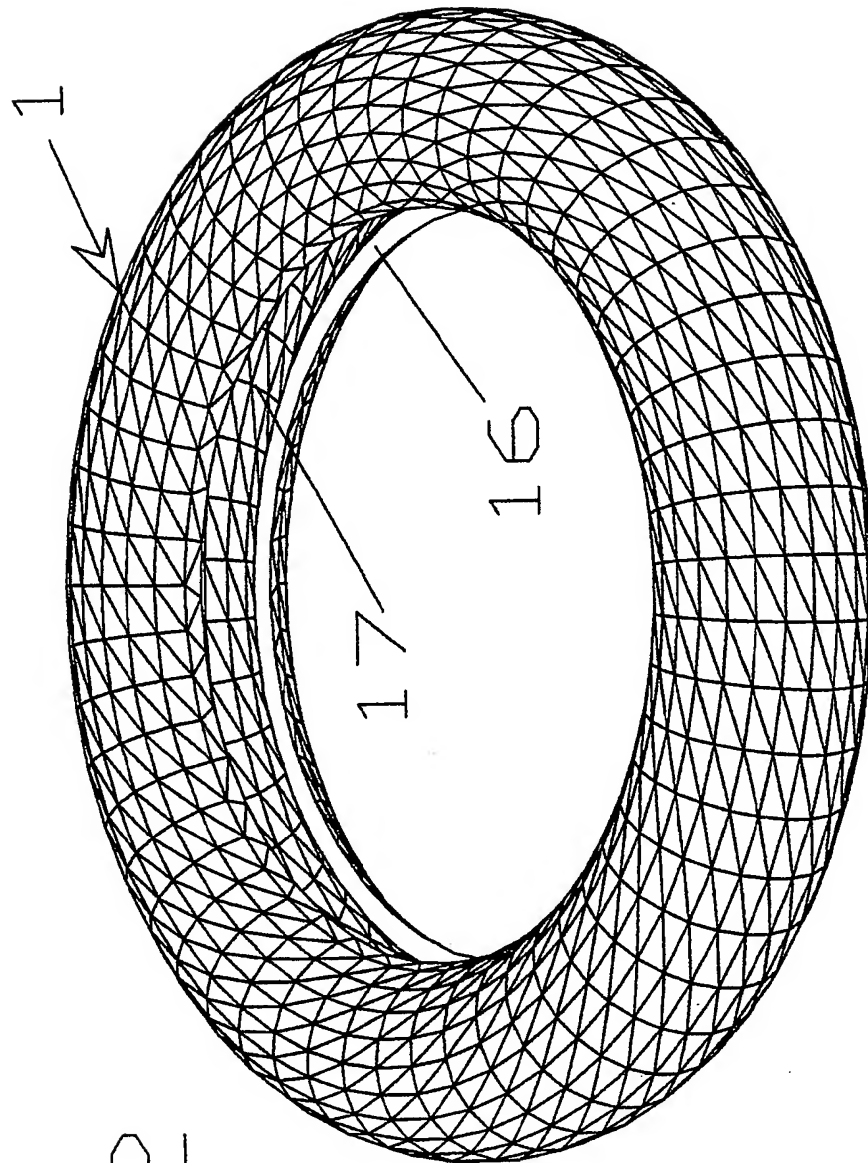


FIG. 2

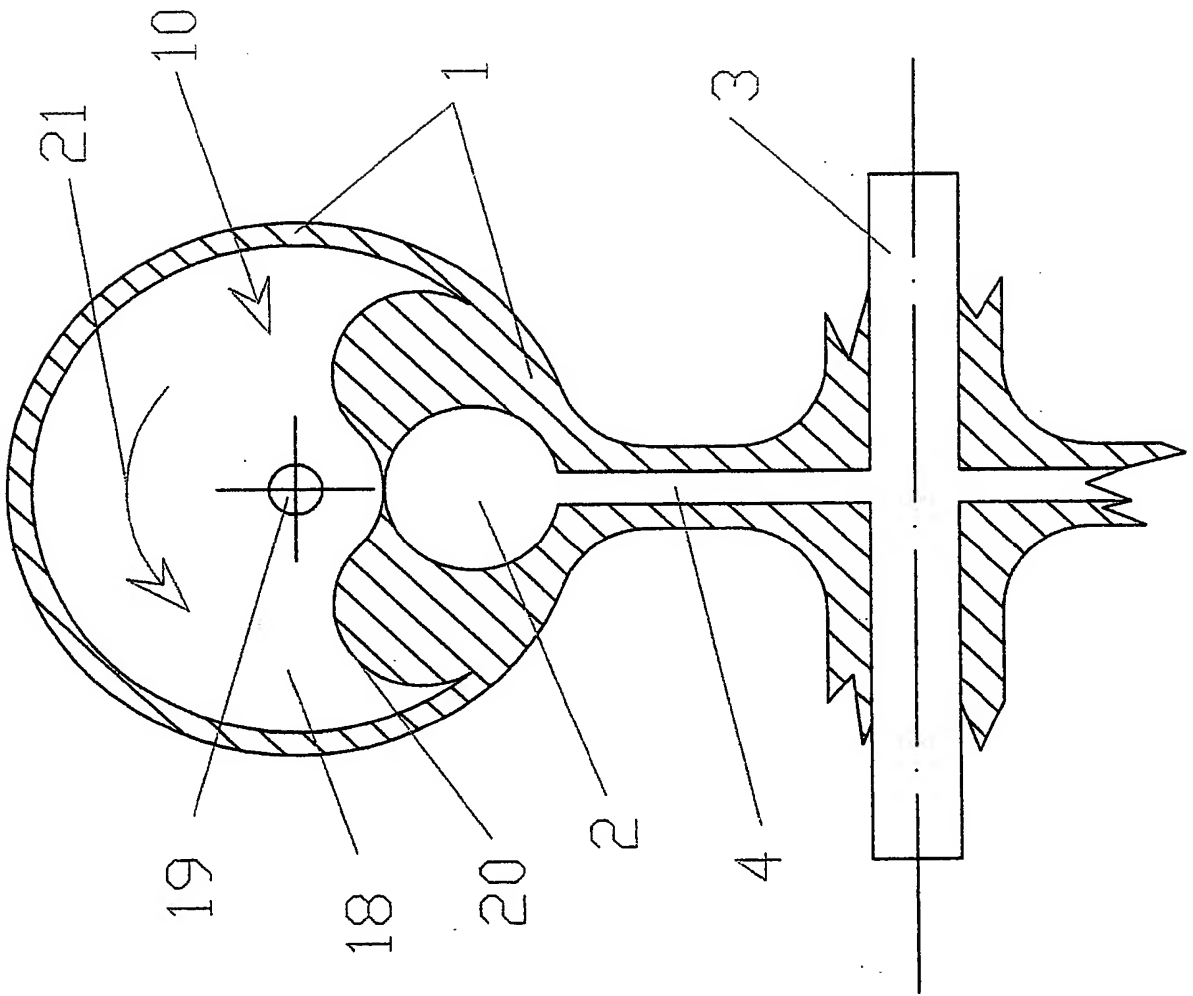


Figure 1 consists of two schematic diagrams. The top diagram shows a participant sitting at a table, looking at a screen. On the screen, there is a vertical line representing a target and a dot representing the starting point. The bottom diagram shows a top-down view of the participant's hand and the starting point on the table. A vertical line is drawn on the table, representing the target. The starting point is marked with a dot. The participant's hand is shown reaching towards the starting point.

Fig. 4

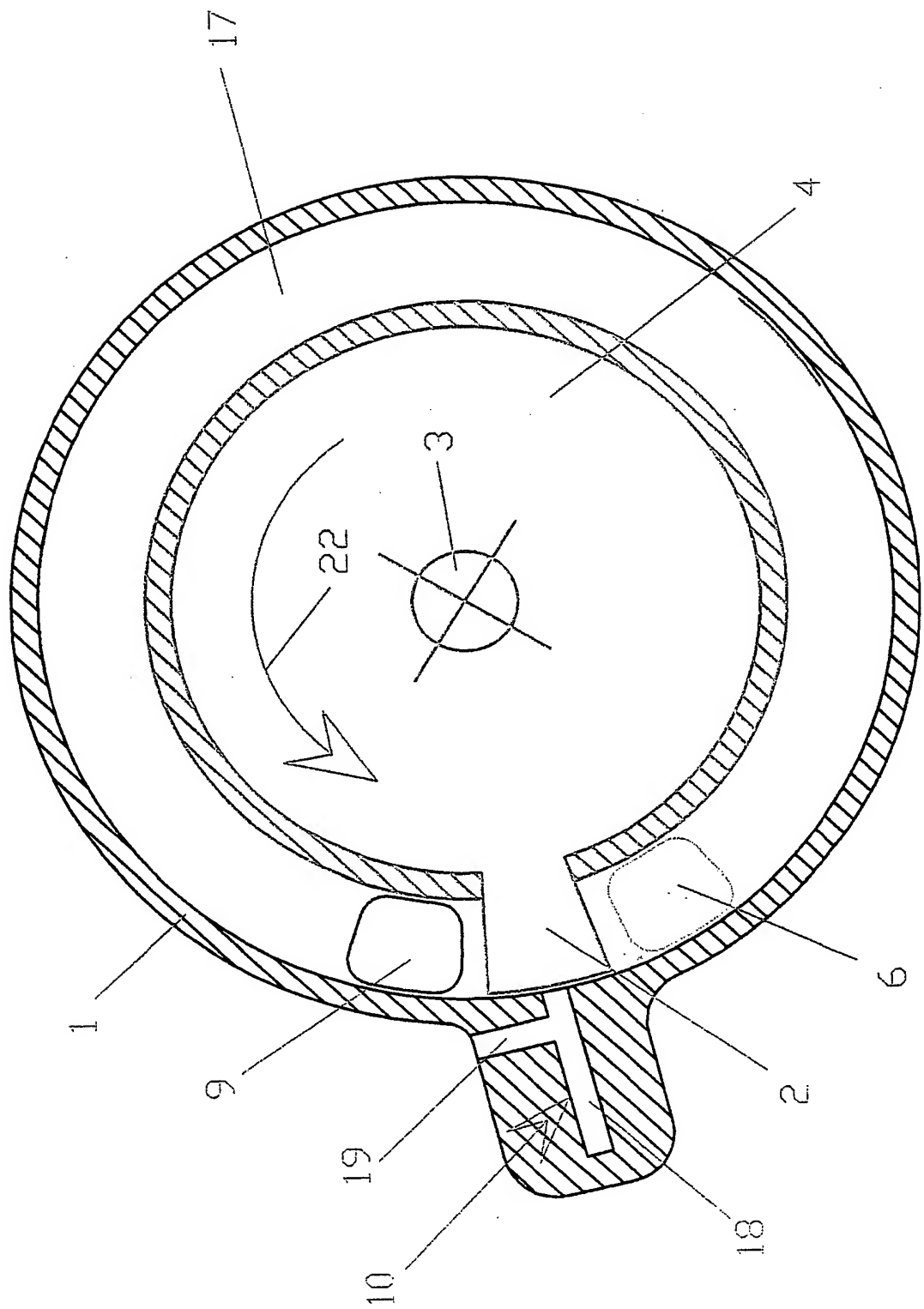


Fig. 5a

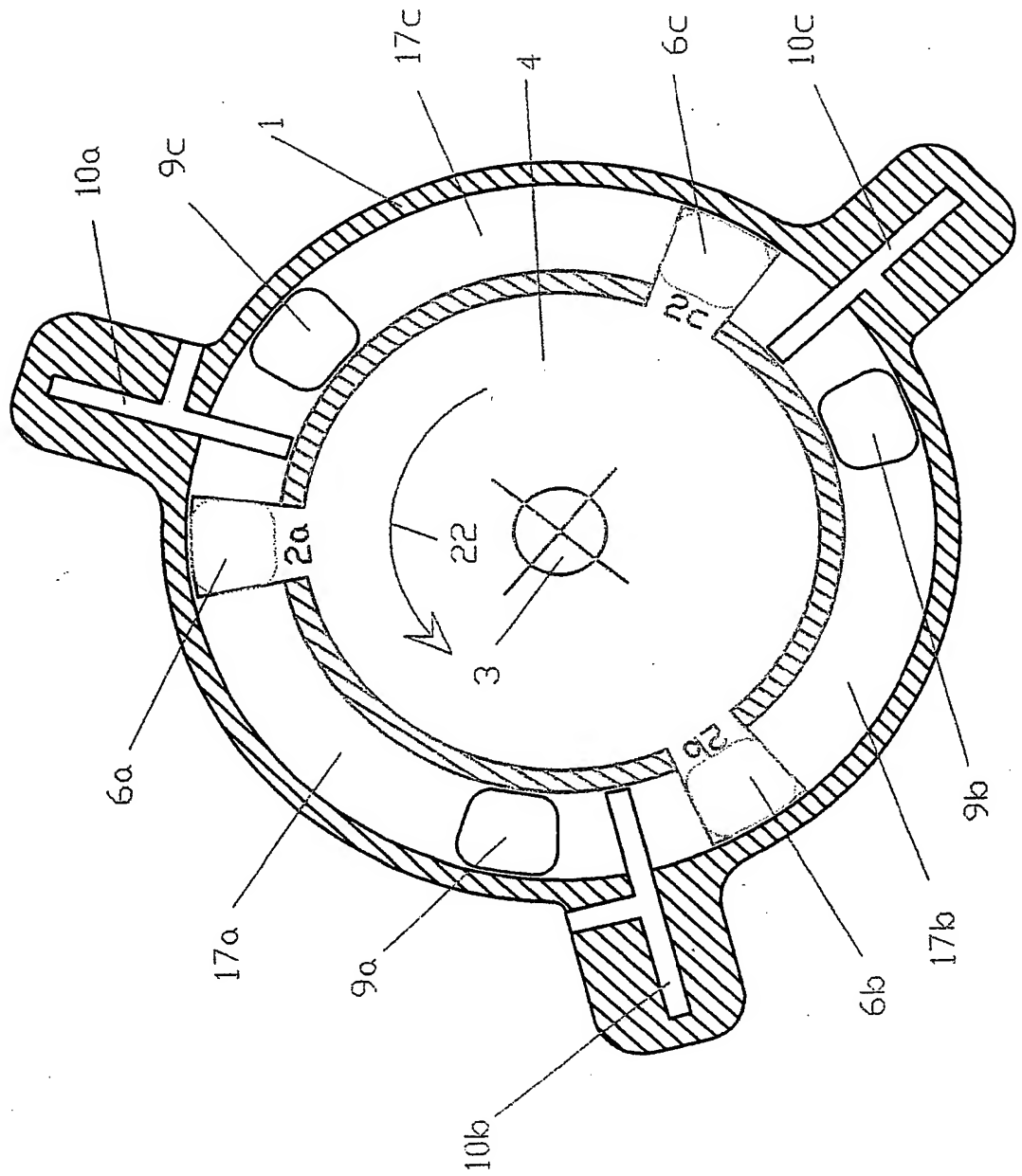


Fig. 5b

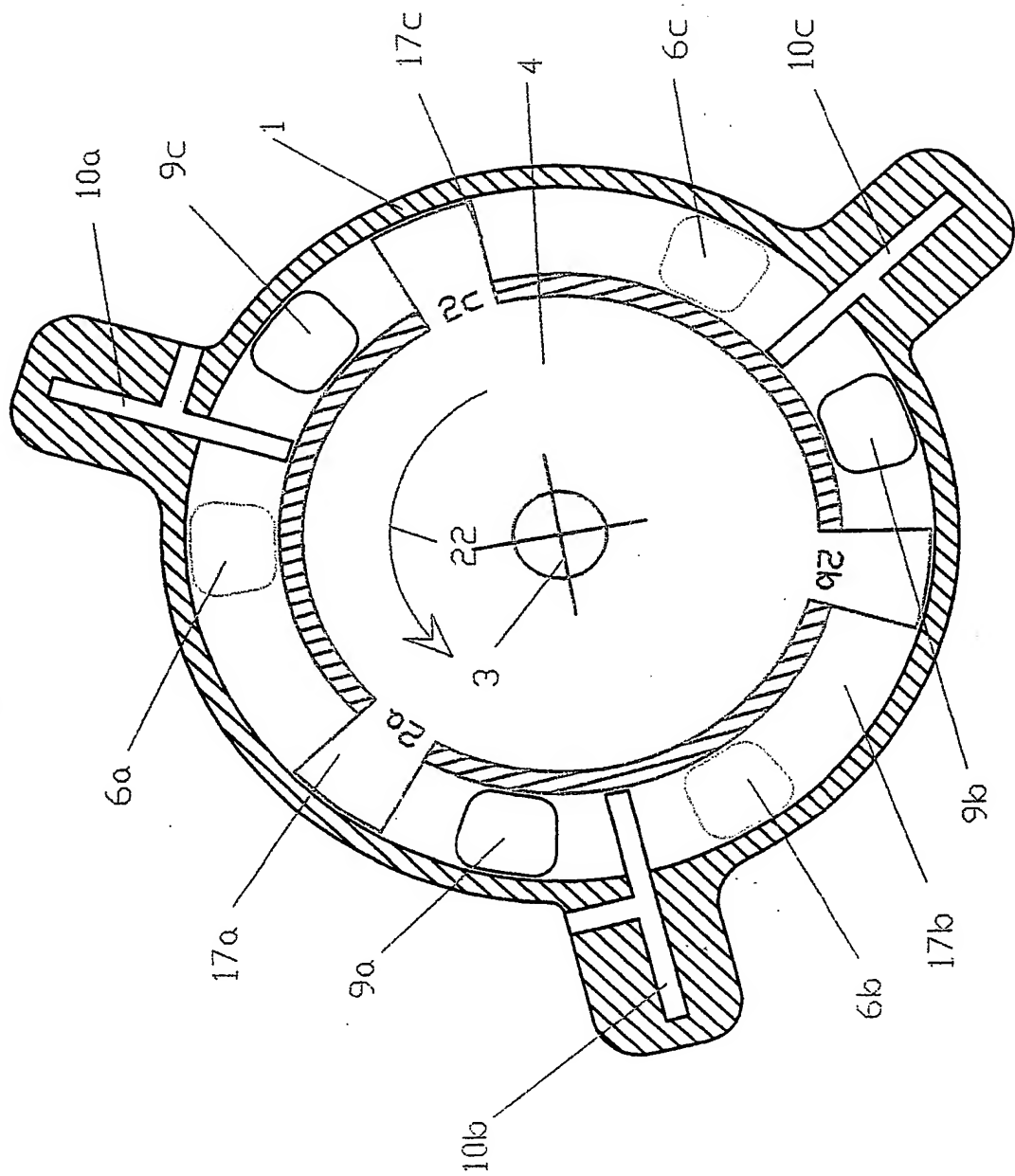


Fig. 5c

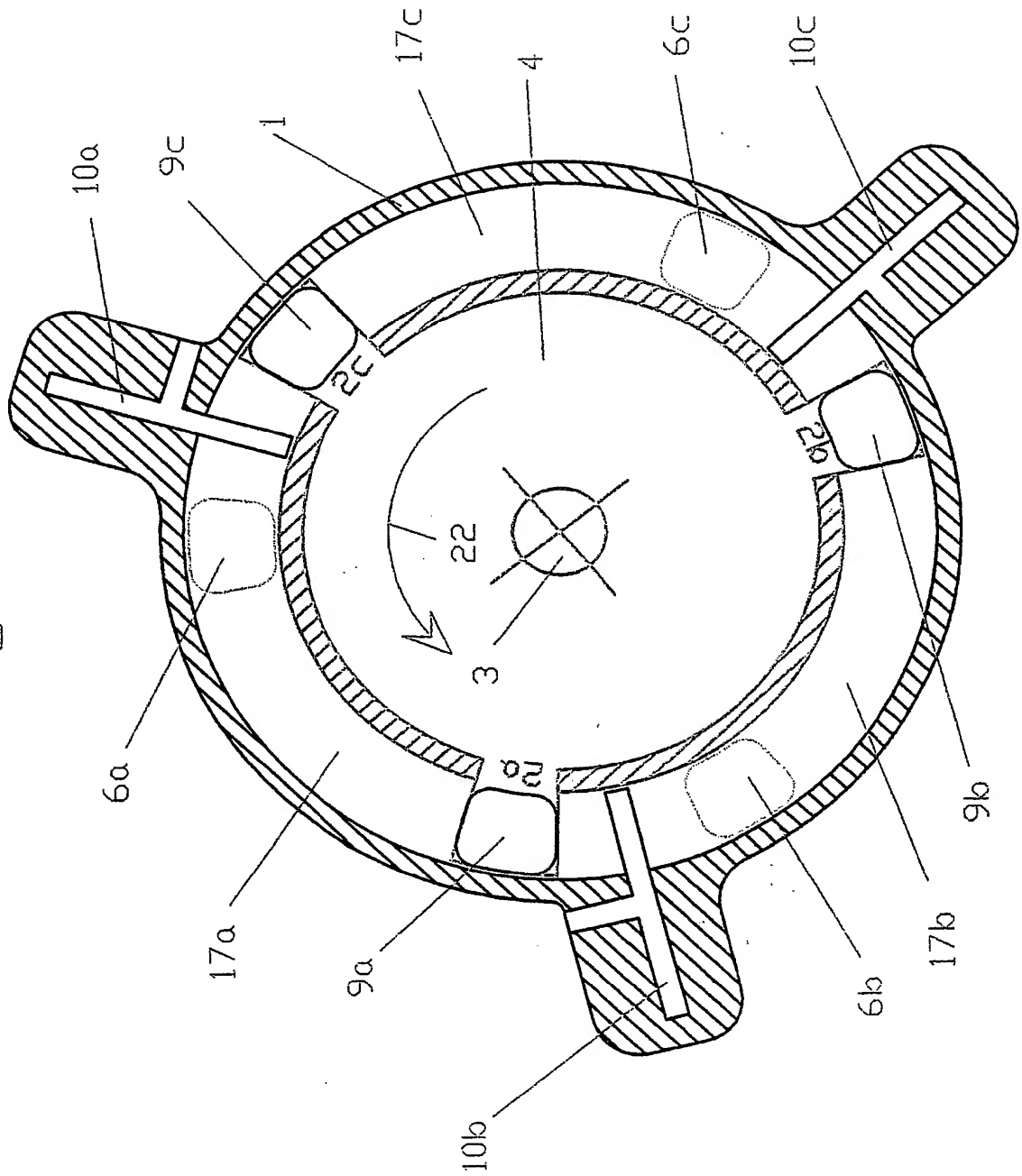
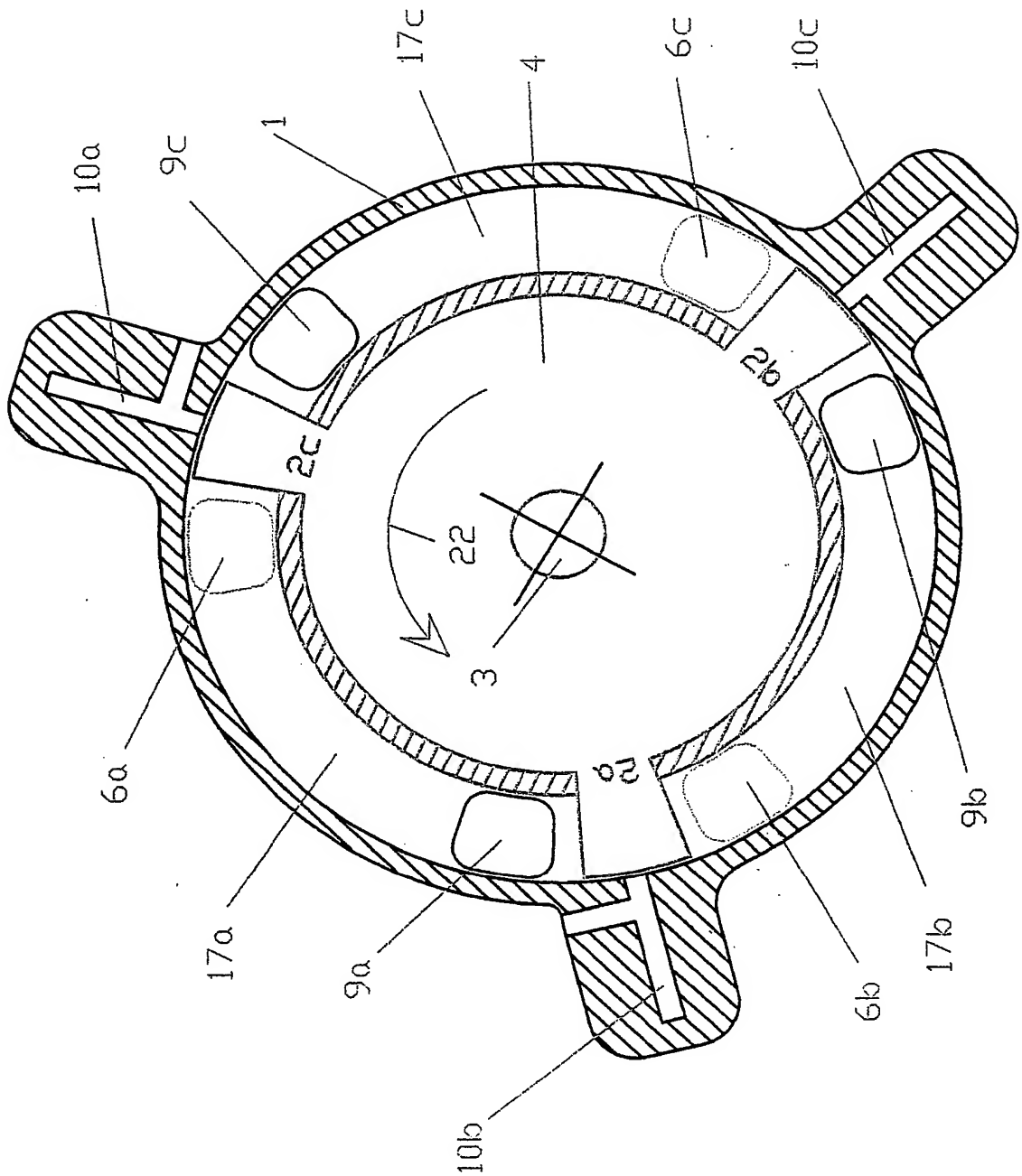
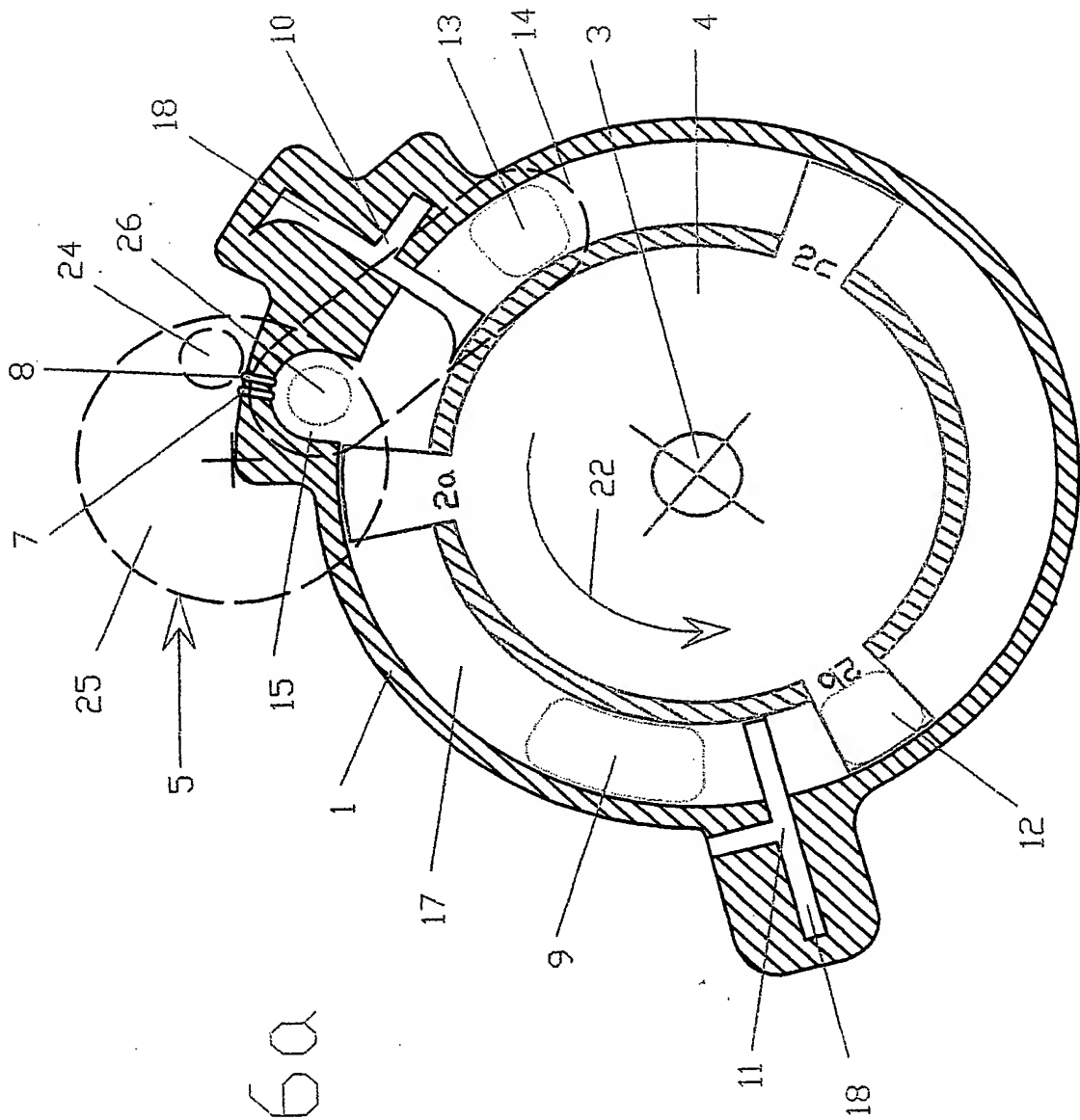


Fig. 5d





100

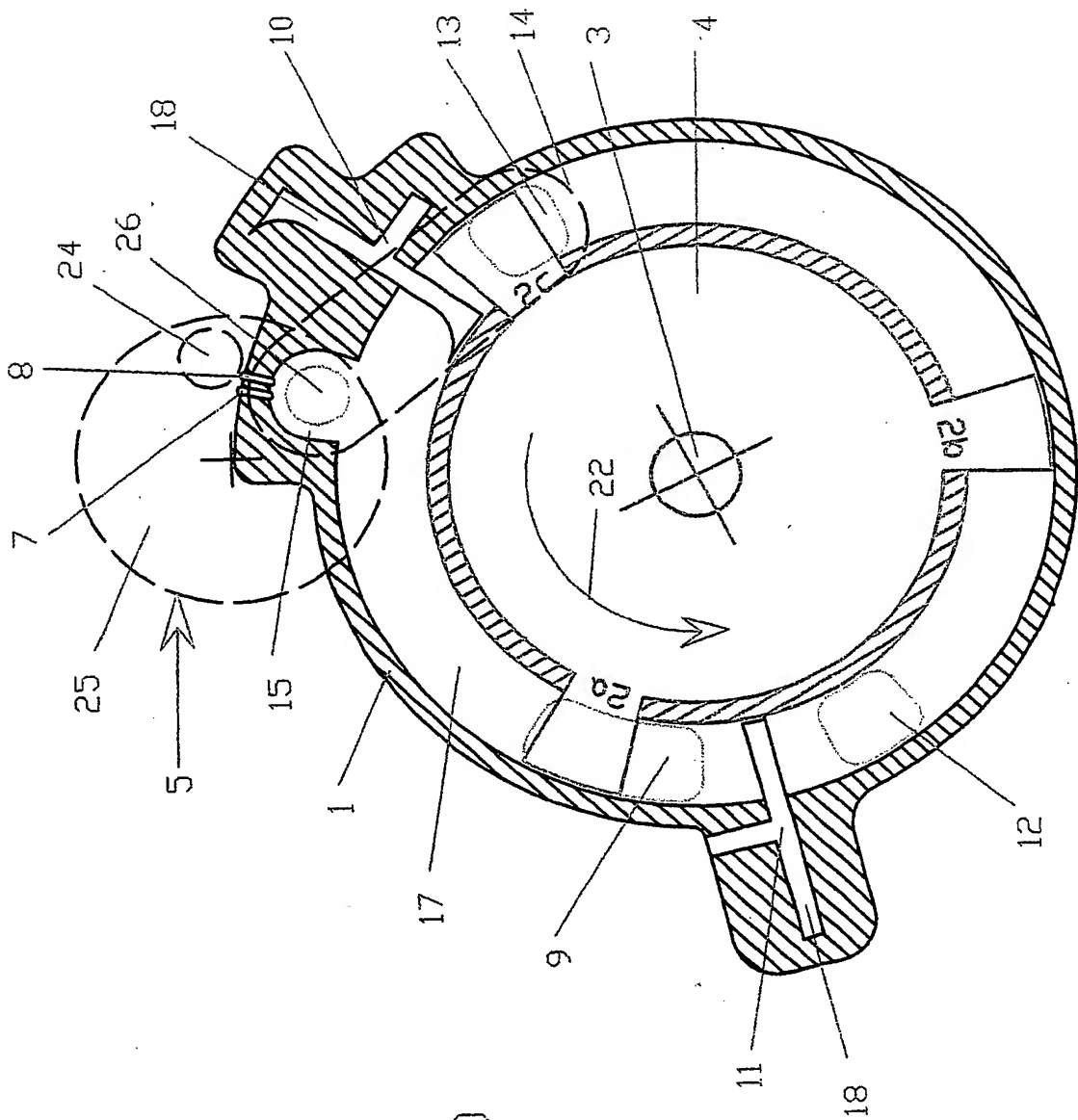


Fig. 6b

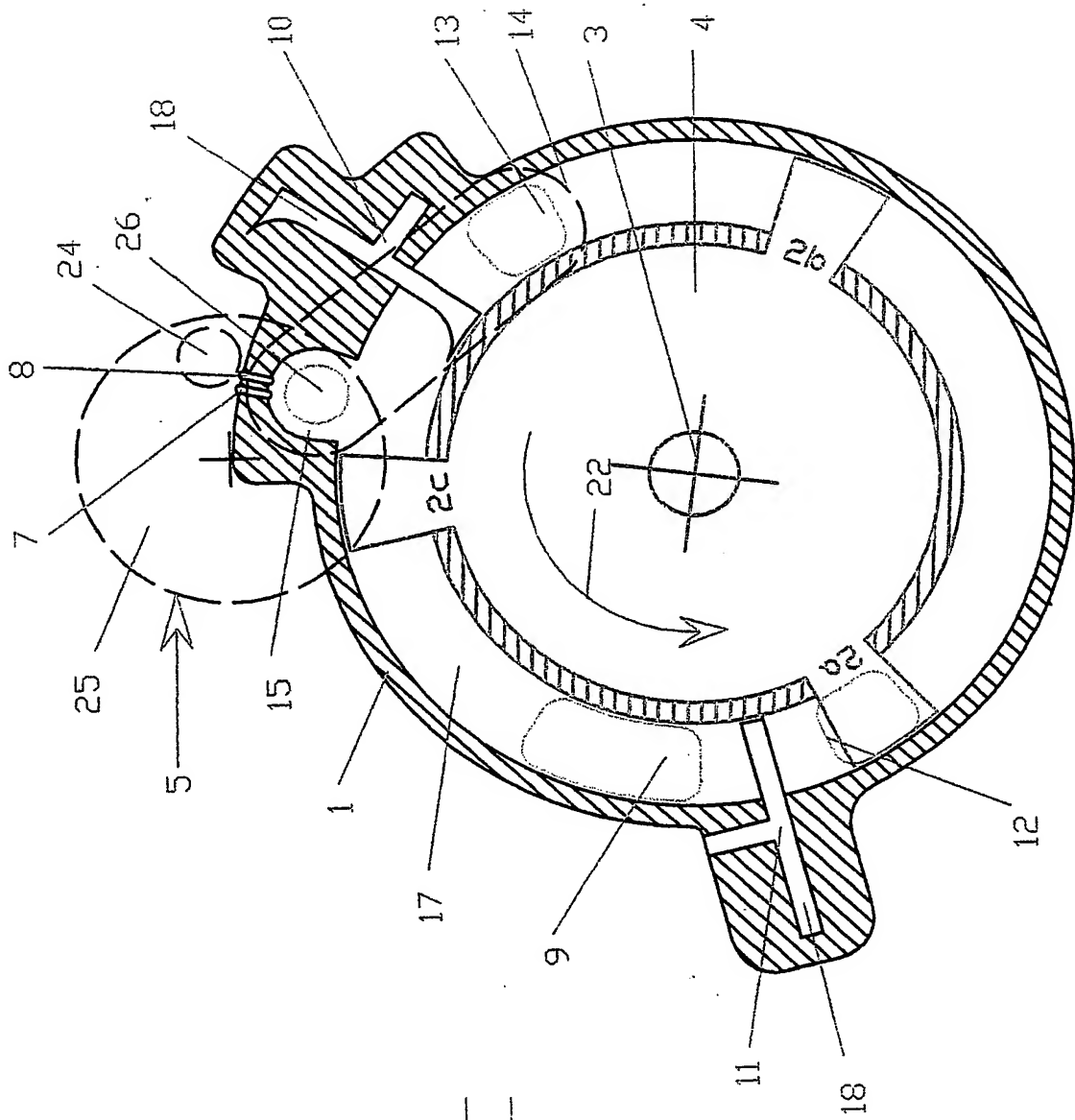
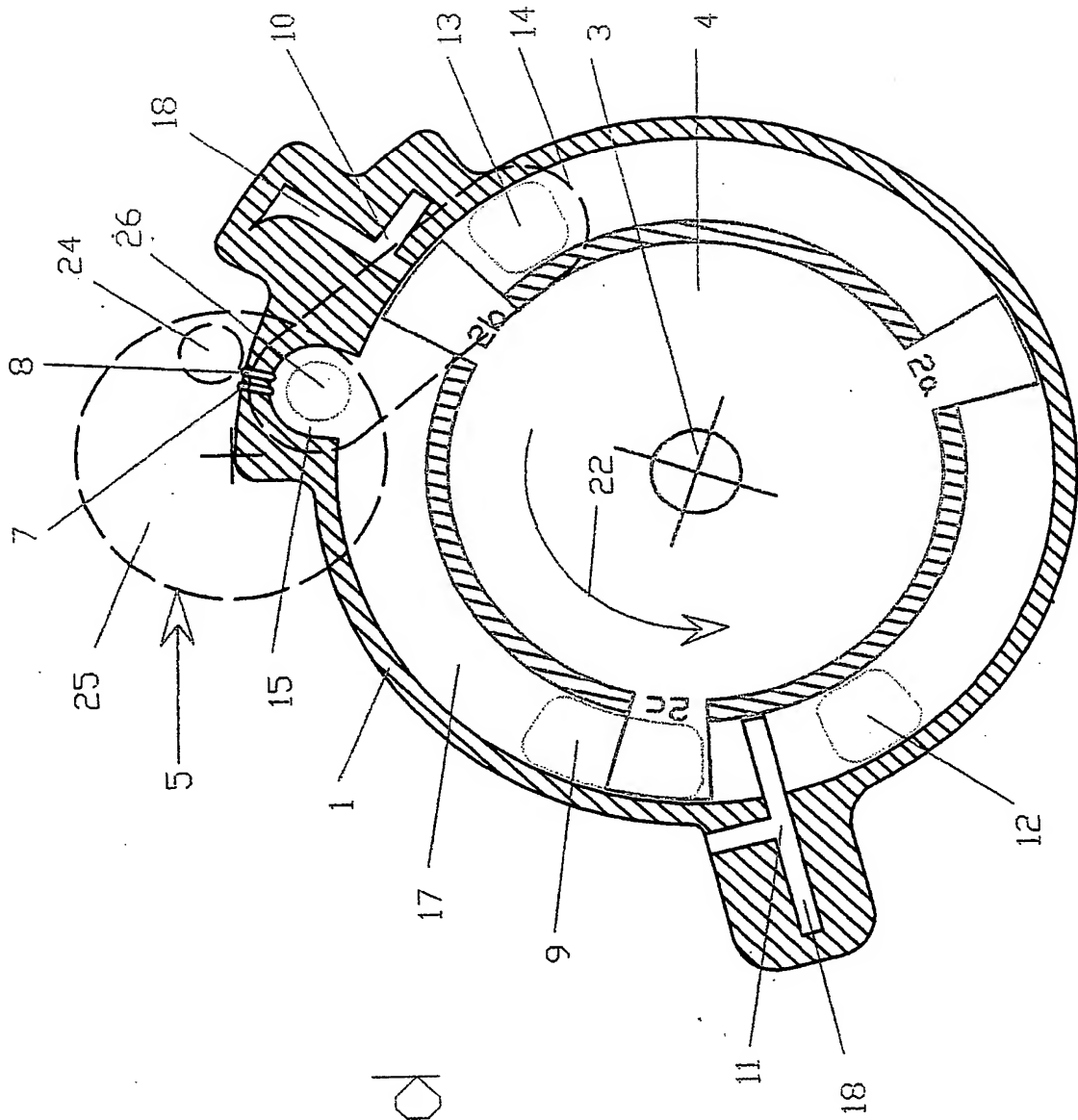


Fig. 6c



1967

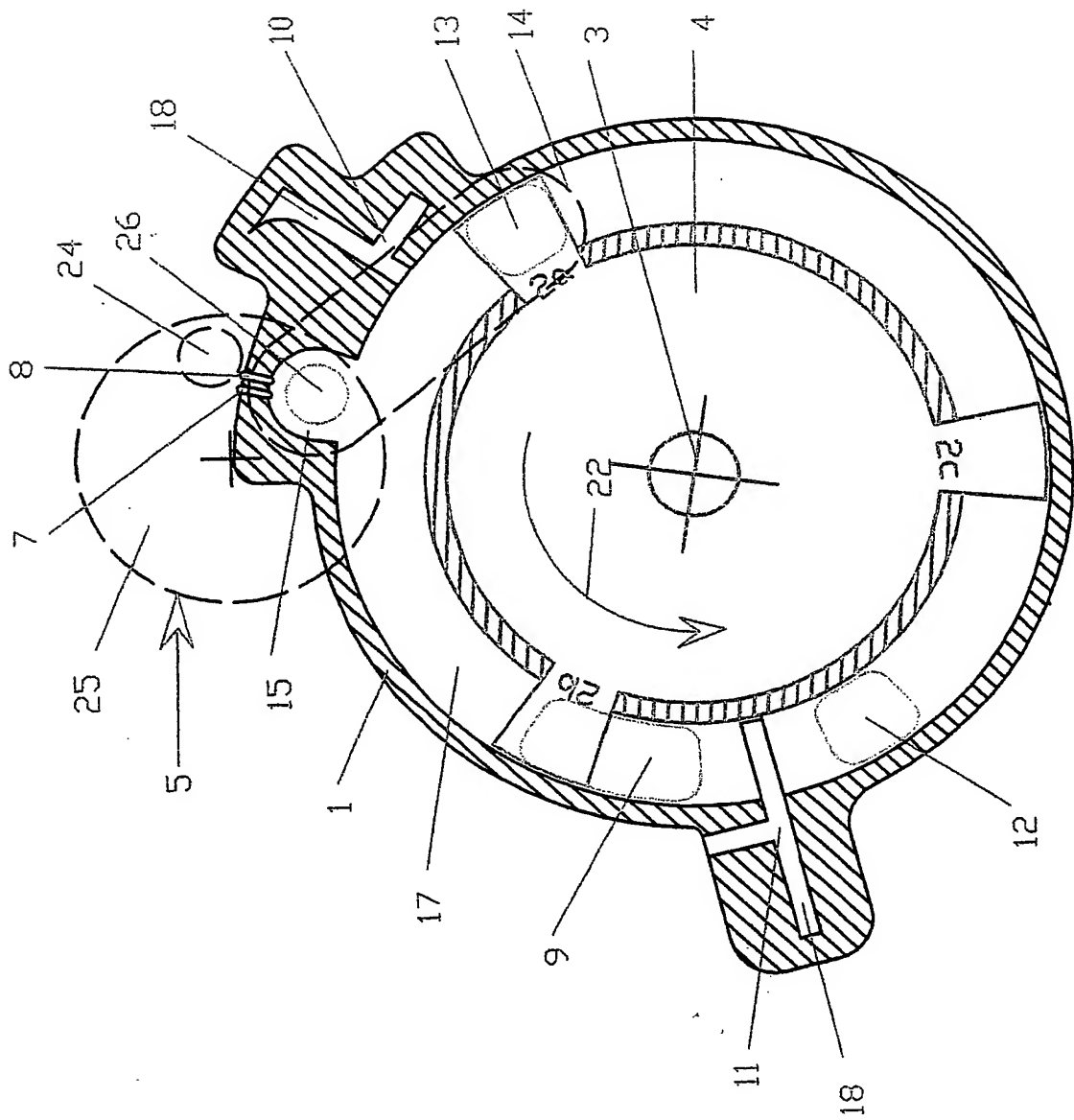
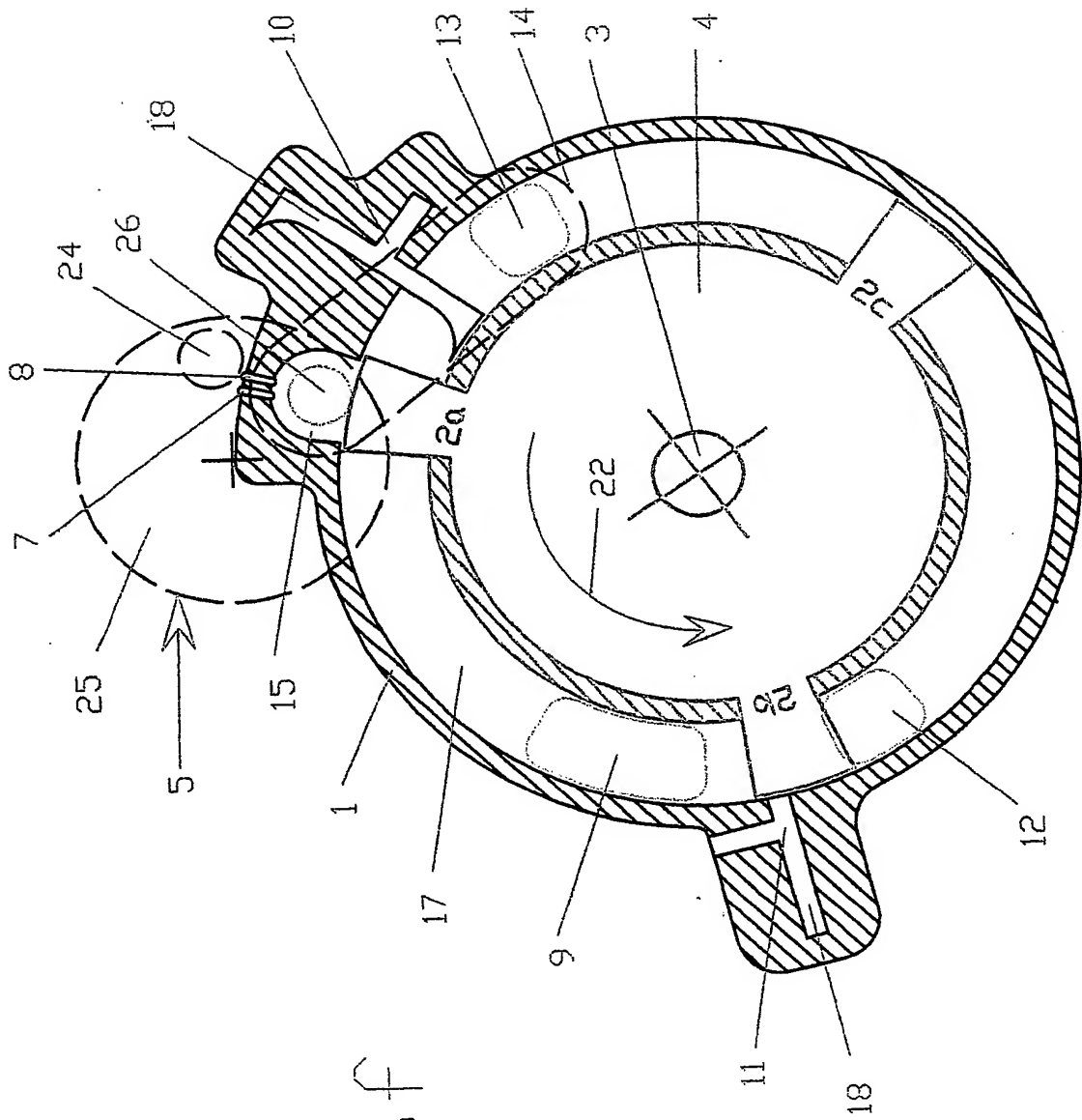
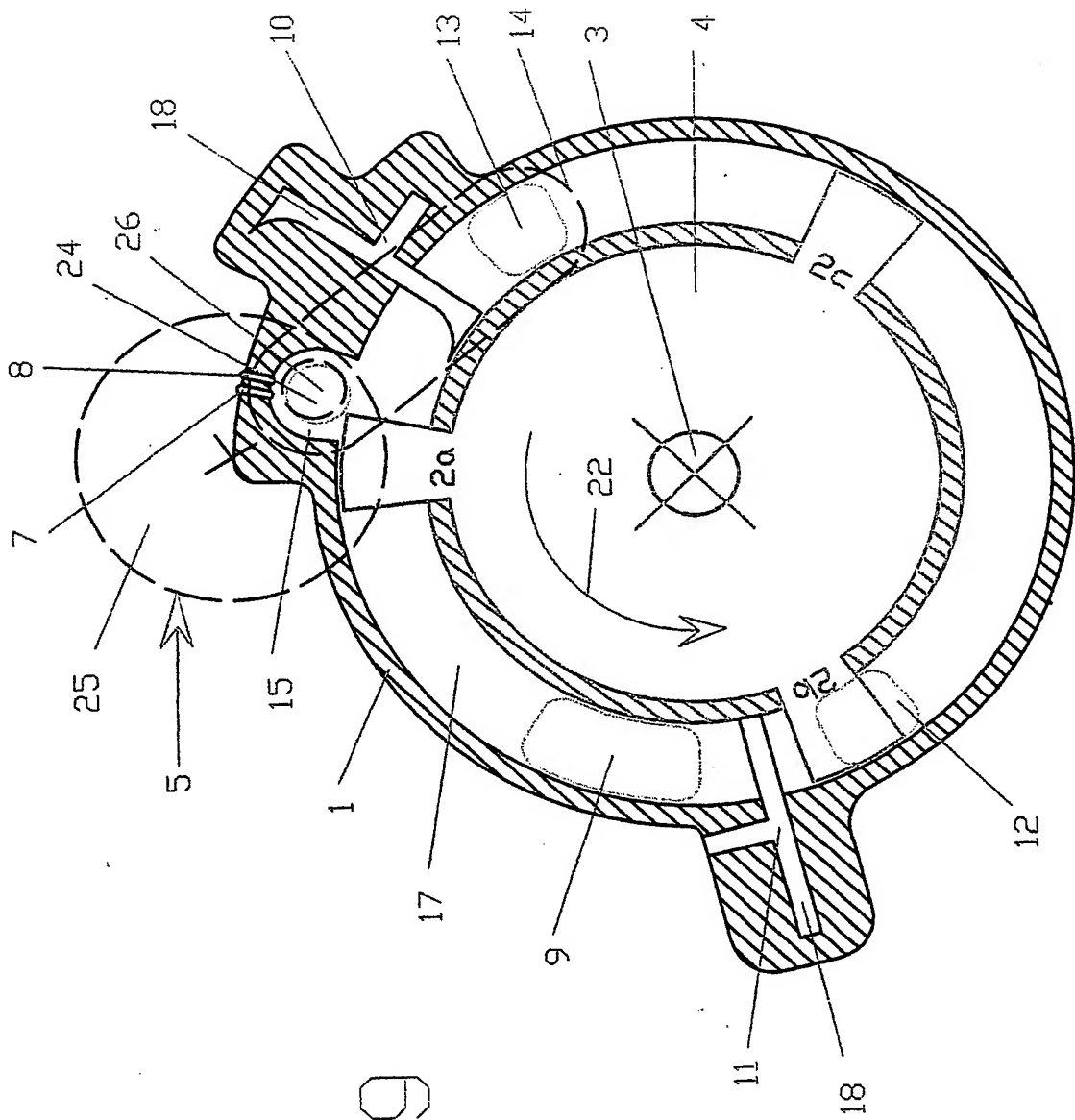


Fig. 6e



46-1-1



50-100

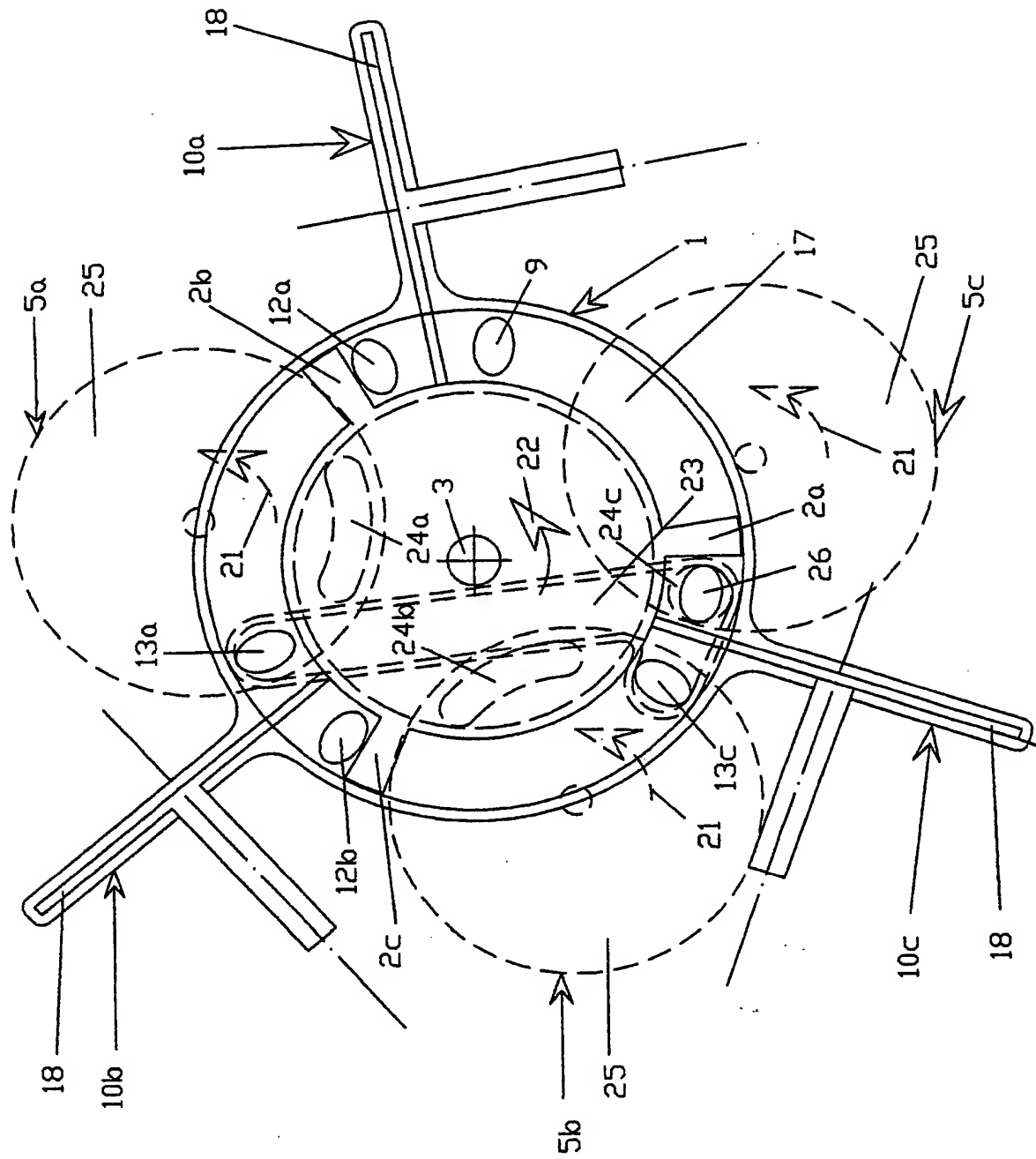


Fig. 7a

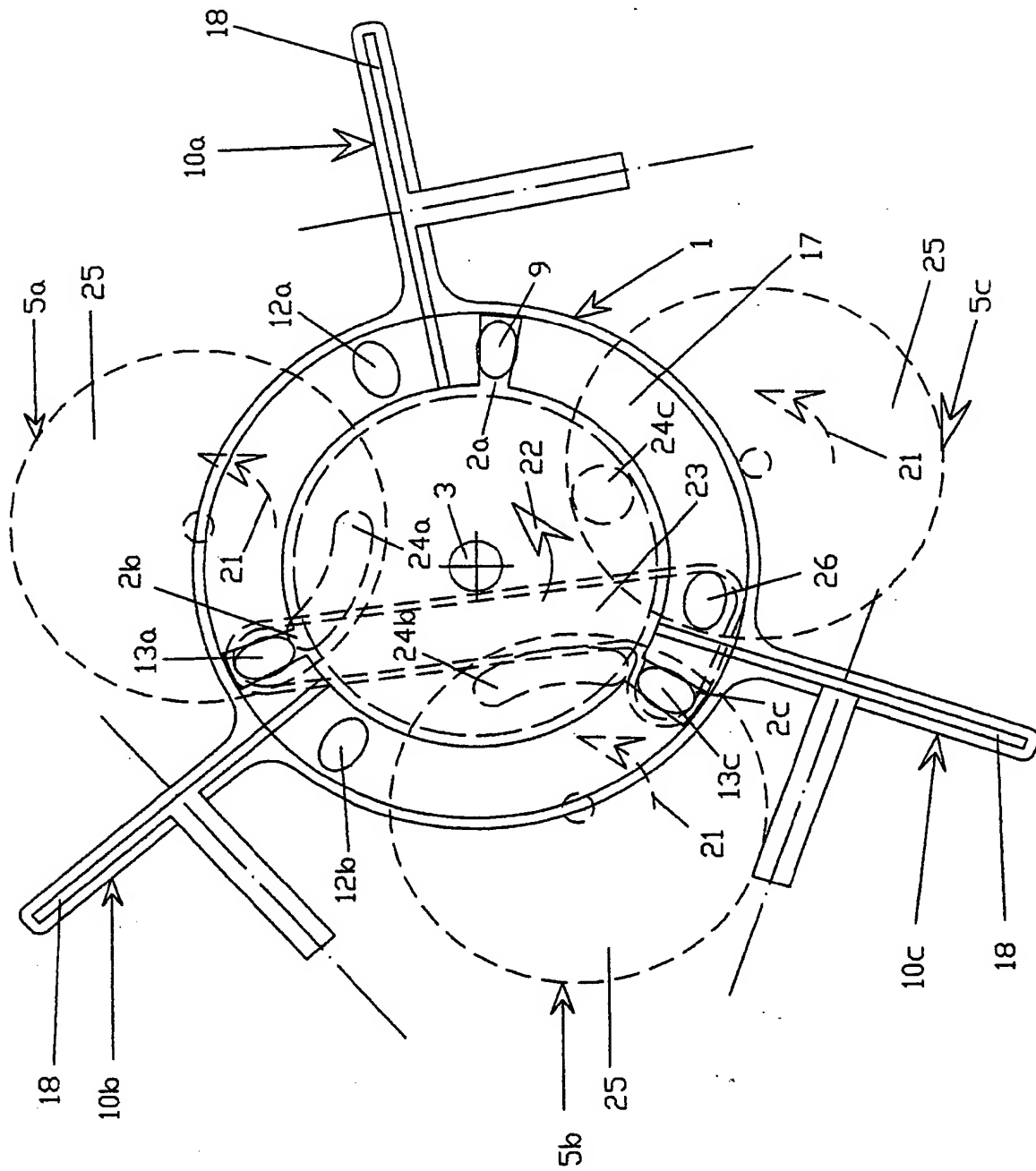


Fig. 7b

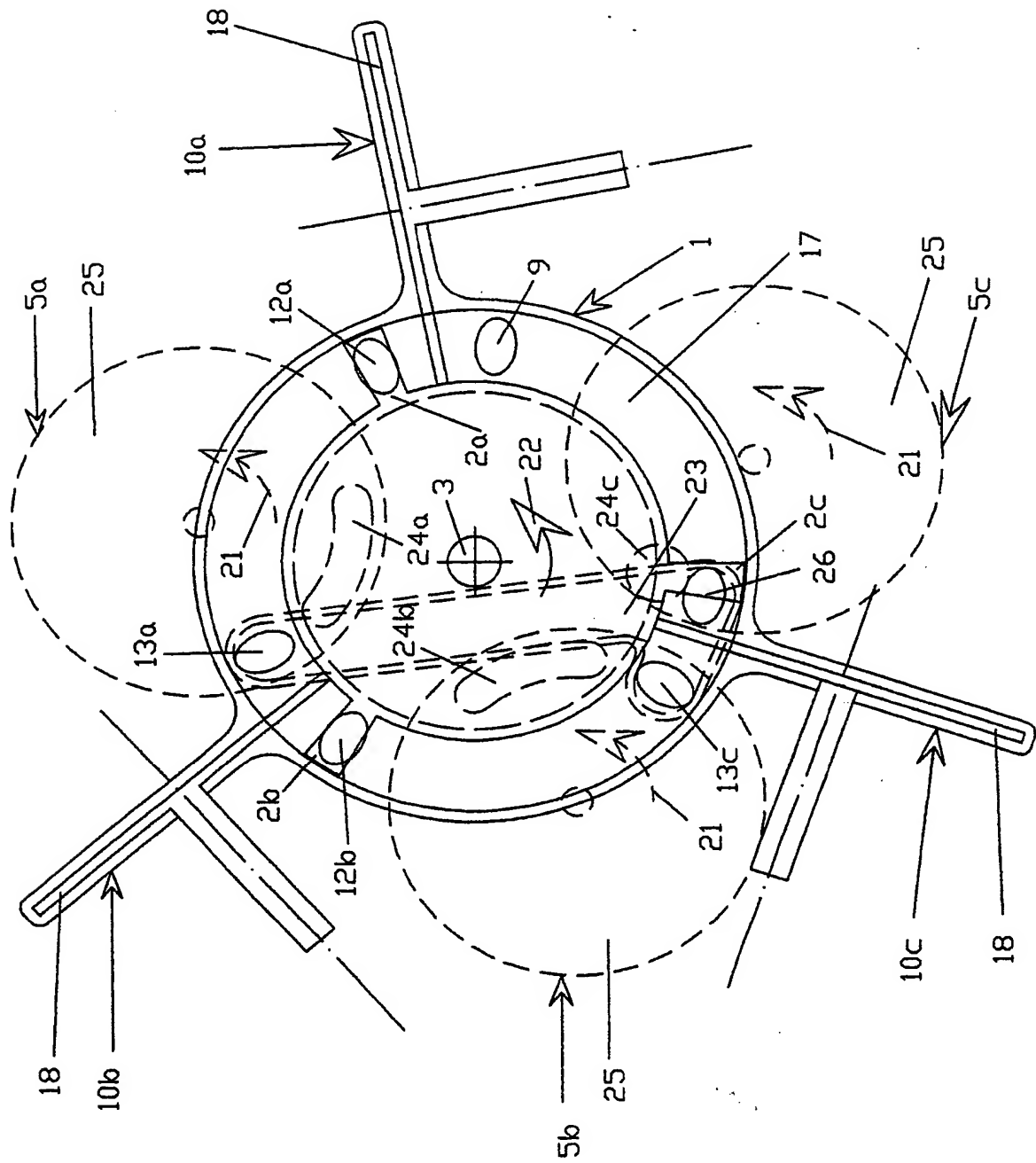


Fig. 7d

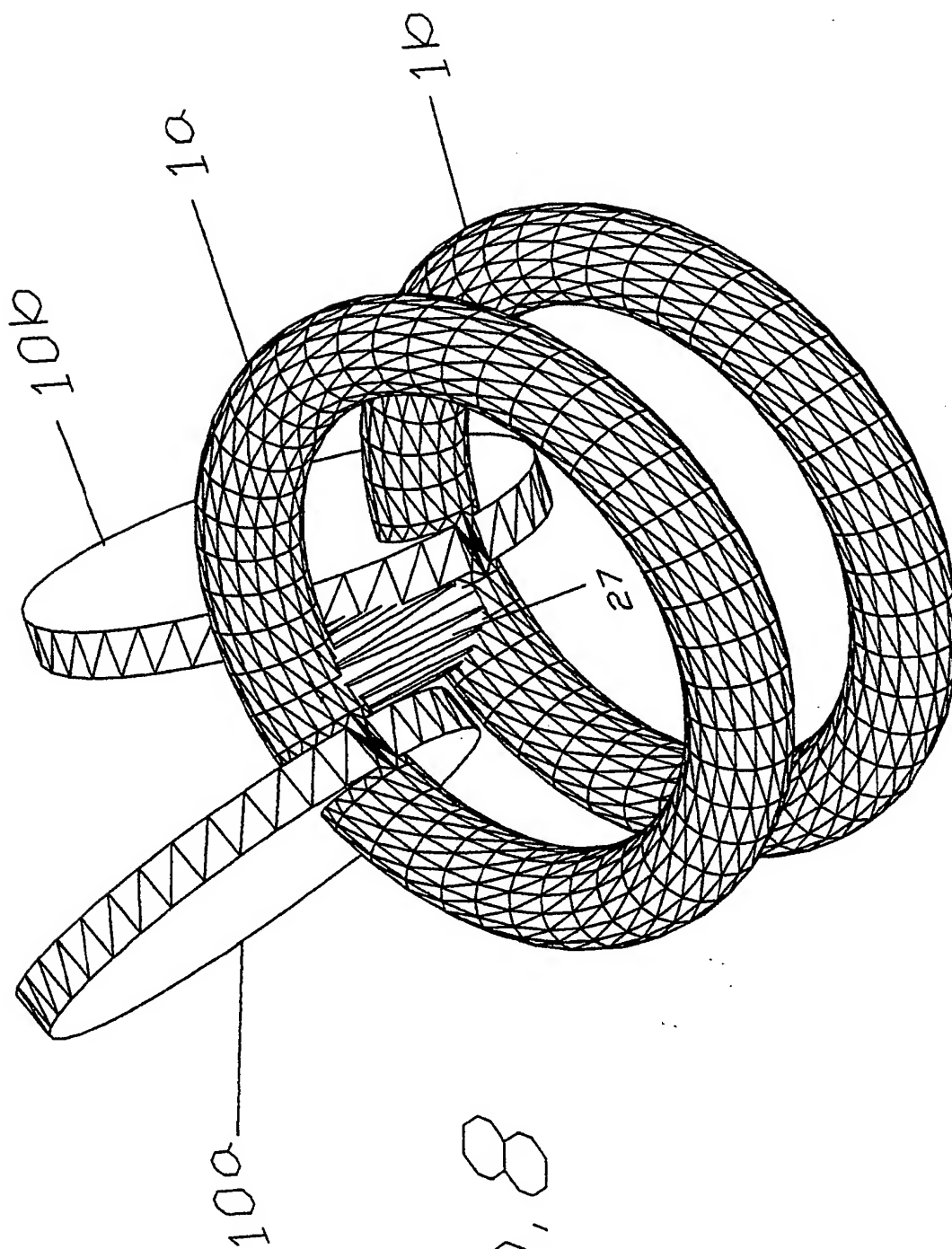


Fig. 8

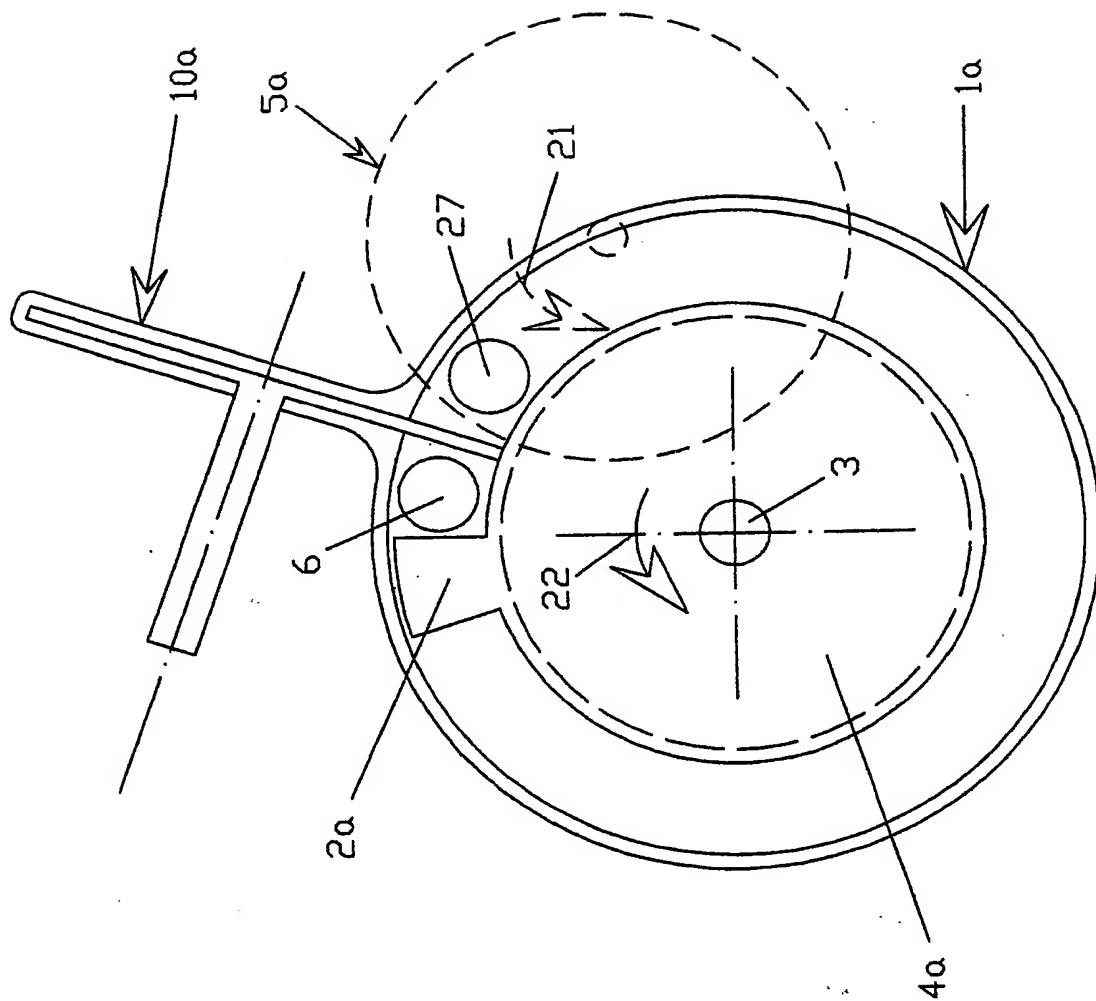


Fig. 90a

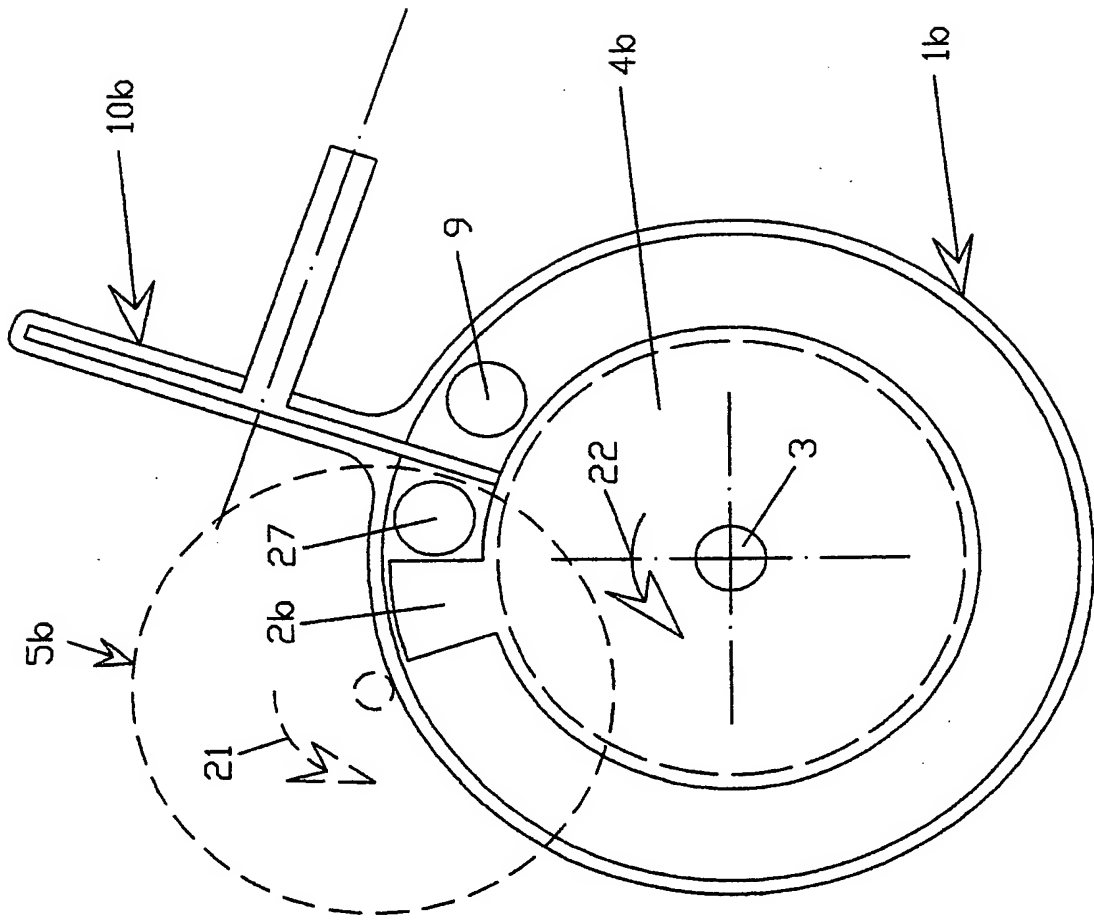
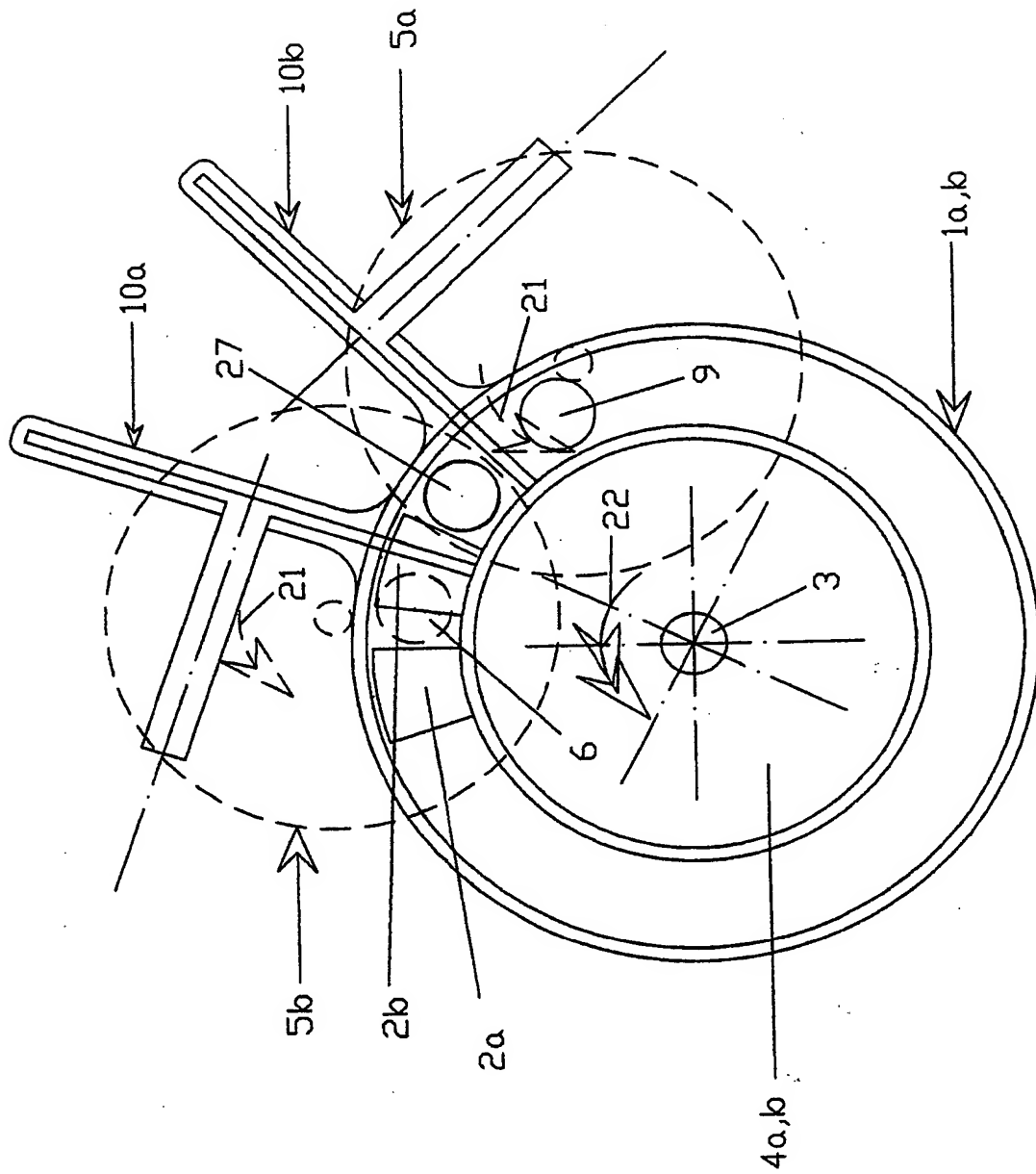


Fig. 9b



U
A
-
A
-
E

PUB-NO: DE010354621A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 10354621 A1
TITLE: TITLE DATA NOT AVAILABLE
PUBN-DATE: June 23, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAUER, WOLF-RUEDIGER	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAUER CHRISTIAN	DE
GELLERSEN HEINZ	DE

APPL-NO: DE10354621
APPL-DATE: November 22, 2003

PRIORITY-DATA: DE10354621A (November 22, 2003) ,
DE20312163U (August 2, 2003)

INT-CL (IPC): F01C003/02

EUR-CL (EPC): F01C003/02 , F01C011/00 , F01C021/12